

ROČNÍK III/1999
ČÍSLO 3

Stavebnice a konstrukce A Radio
Vydavatel: AMARO spol. s r. o.
Redakce:
šéfredaktor: Alan Kraus
zástupce šéfred.: Jiří Mraček
sazba a grafické zpracování : AK DESIGN
Redakce: Na Beránce 2, 160 00 Praha 6
tel.: (02) 360 351/l. 319
Ročně vychází 6 čísel. Cena výtisku 30 Kč.
Roční předplatné 156 Kč.
Rozšiřuje PNS a. s., Transpress spol s r. o.
Mediaprint & Kapa a soukromí distributoři.
Objednávky a předplatné v České republice
zajišťuje Amaro spol. s r. o. - Michaela
Jiráčková, Hana Merglová
(Radlická 2, 150 00 Praha 5
tel.: (02) 57 31 73 12, 57 31 73 13) , PNS.

Distribúciu, predplatné a inzerciu pre
Slovenskú republiku zabezpečuje:
Magnet-Press Slovakia s.r.o., P.O.Box 169,
830 00 BRATISLAVA
tel./fax: 07/44 45 45 59 - predplatné
tel./fax: 07/44 45 46 28 - administratíva
tel./fax: 07/44 45 06 93 - inzercia
Sídlo firmy: Teslova 12, 821 02 Bratislava

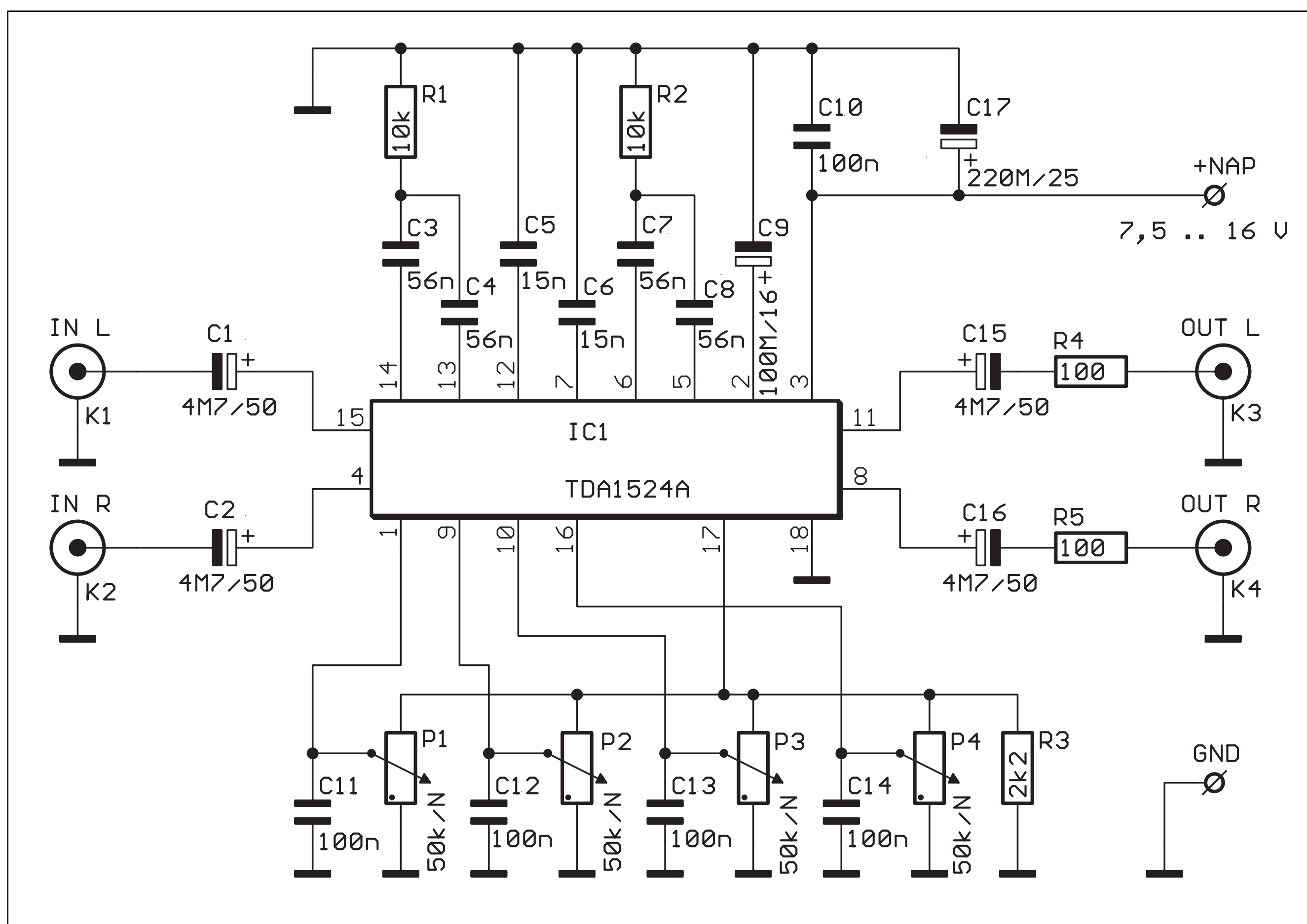
Podávání novinových zásilek povoleno
Českou poštou - ředitelstvím OZ Praha
(č.j. nov 6280/97 ze dne 22.8.1997).
Inzerci v ČR přijímá Amaro s. r. o.
Radlická 2, 150 00 Praha 5
tel.: (02) 57 31 73 11

MKČR 7792

Obsah

A99160

Stereofonní předzesilovač



Obr. 1. Schéma zapojení stereofonního předzesilovače

Korekční zesilovače s obvodem TDA1524 se svojí koncepcí nalézají někde mezi klasicky řešenými korekcemi (vše z diskrétních součástek) a moderními procesory, řízenými většinou po sběrnici I²C. Klasické řešení z diskrétních součástek má nevýhodu ve větší obvodové složitosti, horším souběhu potenciometrů a náchylnosti k praskání (postupem času se na drahách potenciometrů usazuje prach). Moderní audioprocesory mají vynikající parametry, nevýhodou je ale nutnost ovládání pomocí mikroprocesoru. I když ceny běžných mikroprocesorů jsou dnes nižší než ceny audioprocesorů, je to přeci jen další součástka navíc. Přitom je nutno procesor naprogramovat, což ne všichni ovládají.

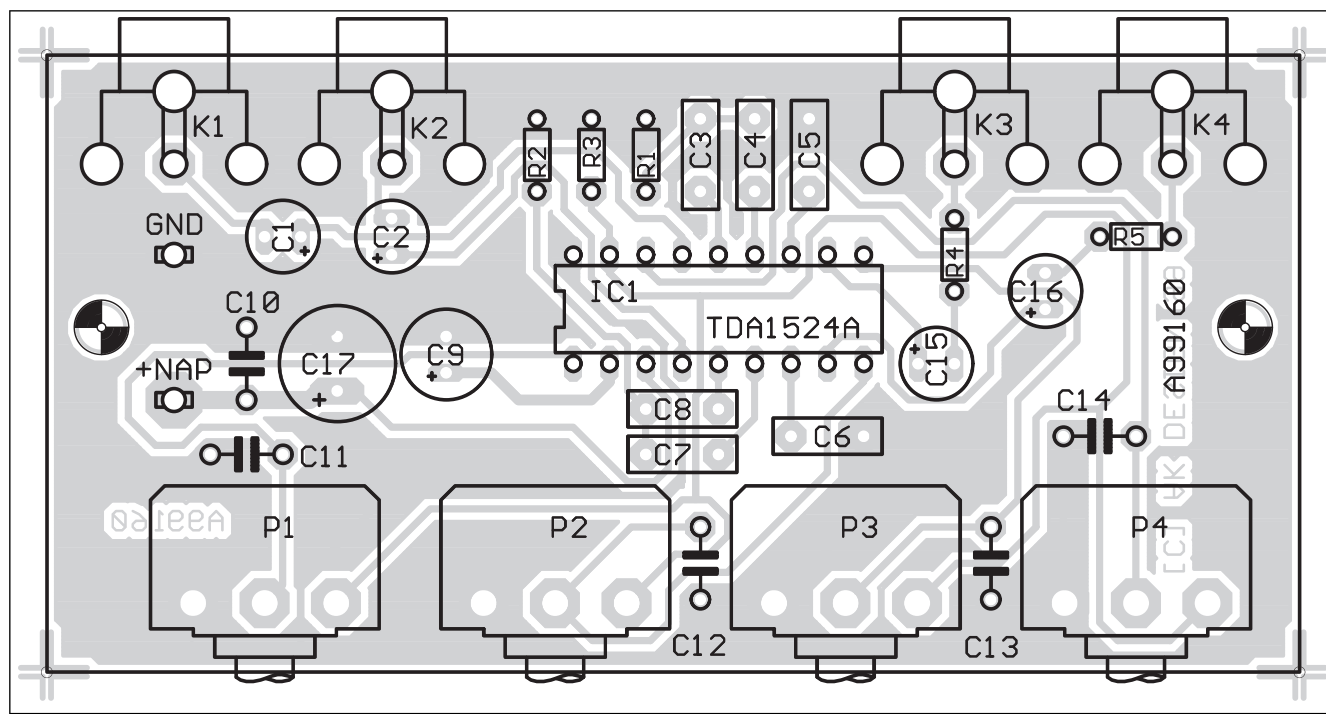
Jako kompromis je v našem korektoru použit klasický obvod pro řízení hlasitosti, hloubek, výšek a stereováhy TDA1524. Všechny popsané funkce jsou v obvodu řízeny elektronicky, ovládají se tedy pouze stejnosměrným napětím jednoduchým potenciometrem. K obvodu je připojeno pouze minimum externích součástek pro korekční obvody.

Popis zapojení

Schéma zapojení korektoru je na obr. 1. Vstupní signál se přivádí na konektory typu cinch K1 a K2. Kondenzátory C1 a C2 oddělují stejnosměrně vstupy integrovaného obvodu. Hlasitost, hloubky, výšky a stereováha se nastavuje potenciometry P1 až P4. Ty jsou napájeny stejnosměrným napětím z vývodu 17 obvodu IC1. Řídicí napětí se odebírá z běžců potenciometrů. Proti případnému praskotu (způsobenému nečistotami na dráze) jsou vstupy chráněny kondenzátory 100 nF, zapojenými mezi běžce potenciometrů a zem. Kondenzátory C3 až C8 spolu s odpory R1 a R2 doplňují interní korekční obvod. Napájecí napětí je filtrováno kondenzátory C17 a C10. Výstupy obvodu jsou opět stejnosměrně odděleny kondenzátory C15 a C16. Odpory R4 a R5 tvoří ochranu obvodu při případném zkratu na výstupu. Výstupní signály obou kanálů jsou opět přivedeny na konektory K3 a K4 typu cinch.

Obvod korektoru můžeme napájet stejnosměrným napětím 7,5 V až 16 V. Proudová spotřeba je podle napájecího napětí v rozmezí od 25 mA do 65 mA (typicky 35 mA).

Vstupní napětí pro výstup 700 mV je od 70 mV do 1,4 V.

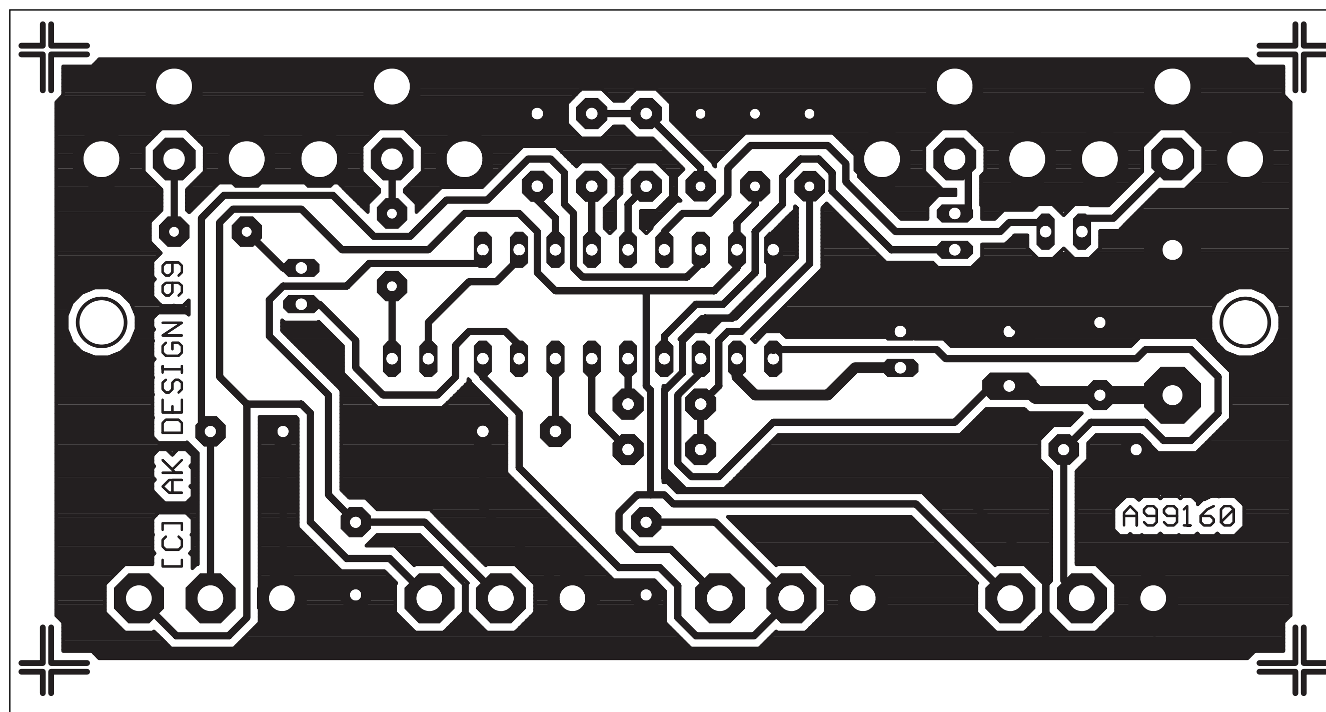


Obr. 2. Rozložení součástek na desce předzesilovače

Maximální efektivní výstupní napětí je 1,4 V. Při použití musíme tedy dbát na správnou úroveň signálu, aby na výstupu nedocházelo k limitaci a tudíž k nárůstu zkreslení. Regulace hlasitosti (zisku) pracuje od –80 dB do +20 dB. Zdvih/potlačení hloubek je ±16 dB, výšek +22/-40 dB. Stereováhu můžeme řídit v rozsahu ± 40 dB. Harmonické zkreslení je <0,1 % při kmitočtu 1 kHz. Přeslechy mezi kanály jsou lepší než 60 dB. Zaručovaný souběh obou kanálů je lepší než 1,5 dB.

Stavba

Korekční předzesilovač je zhotoven na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 88 x 43 mm. Rozložení součástek je na obr. 2, obrazec desky spojů na obr. 3. Stavba je velmi jednoduchá, zvládne ji i začátečník. Po osazení a zapájení součástek desku pečlivě prohlédneme



Obr. 3. Obrazec desky spojů předzesilovače. Zvětšeno na 190 %

Koncový zesilovač

Návodů na stavbu nejrůznějších koncových zesilovačů bylo již uveřejněno nespočet. Popsané zapojení je zajímavé svým řešením, relativní jednoduchostí a dobrými parametry. Jeden kanál zesilovače obsahuje pouze čtyři tranzistory a několik dalších součástek.

Při návrhu obvodového řešení se vycházelo z několika zásad pro dosažení nízkého zkreslení. Zesílení jednotlivých stupňů není příliš velké, je kladen důraz na co nejlepší linearitu (minimální zkreslení bez zpětné vazby). Proudová ochrana koncového stupně není řešena běžnými snímacími odpory v emitorech koncových tranzistorů a následným omezením budicího proudu, ale je umístěna odděleně u napájecího zdroje. Modul koncového zesilovače je navržen pro výkon 50 W na zátěži 4 Ω. Koncový stupeň je vhodný například pro vestavbu do aktivních reproduktorových soustav, nebo ve spojení s korekčním předzesilovačem, popsaným též v tomto čísle (stavebnice A99160), může tvořit základní sestavu jednoduchého, ale relativně kvalitního domácího zesilovače. Díky jednoduchosti zapojení je tento komplet vhodný i pro méně zkušené elektroniky. Při nastavování vystačíme pouze se základními měřicími přístroji.

Popis zapojení

Schéma zapojení jednoho kanálu zesilovače je na obr. 1. Vstupní signál je přiveden přes odpor R1 a vazební kondenzátor C2 na bázi tranzistoru T1. Kondenzátor C1 omezuje průnik vf rušení na vstup zesilovače. Báze tranzistoru T1 je stejnosměrně napájena odporovým děličem R2, P1/R3. Odpor R2 s kondenzátorem C3 přitom ještě dále filtrují napájecí napětí pro bázi T1 a zlepšují tak potlačení brumu (odstup rušivých napětí) zesilovače. Trimrem P1 nastavujeme souměrnou limitaci výstupního signálu. Tranzistor T1 má na starosti hlavní napěťové zesílení obvodu. Proto je do jeho emitoru zavedena stejnosměrná zpětná vazba z výstupu (přes odpor R8), která udržuje stejnosměrné výstupní napětí zhruba na 1/2 napájecího (dáno trimrem P1 v bázi T1). Střídavá zpětná vazba je do emitoru T1 zavedena z výstupu zesilovače (až za výstupním oddělovacím kondenzátorem) přes odpor R7 na emitorový odpor tranzistoru T1 R6. Jejich poměr určuje celkový zisk zesilovače asi 20 dB (10x). Z kolektoru T1 je signál přiveden na napěťový budič s tranzistorem T3. Na tomto tranzistoru do značné míry závisí parametry celého zesilovače. Proto byl na tomto stupni použit tranzistor s mezní frekvencí 200 MHz typu 2N2905A. Jeho základní katalogové údaje jsou U_{CE}>60 V; I_C=0,6 A; P_{TOT}=0,8 W; f_T>200 MHz a ß>100. Kondenzátor C5 zlepšuje stabilitu na vyšších kmitočtech. Tranzistor T2 je v klasickém zapojení. Musí být umístěn v kontaktu s chladičem koncových tranzistorů a stabilizuje klidový proud koncovými tranzistory. Trimr P2 slouží k nastavení klidového proudu. Jako koncové tranzistory je použit komplementární pár Darlingtonových tranzistorů BDV65B a BDV64B. Tyto tranzistory mají mezní parametry: 100 V; 12 A; 125 W a ß>1000. Odporový dělič v bázi koncového tranzistoru T4 není klasicky opřen o zem, ale je připojen k výstupu zesilovače (až za výstupním kondenzátorem). Jedná se o obdobu

a odstraníme případné závady. Připojíme napájecí napětí a zkontrolujeme odběr ze zdroje. Měl by se pohybovat ve výše uvedených mezích. Připojíme zdroj signálu (např. linkový výstup magnetofonu nebo CD přehrávače). Na výstup zapojíme linkový vstup koncového zesilovače. Vyzkoušíme funkci jednotlivých potenciometrů. Pokud je vše v pořádku, korektor je hotov.

Závěr

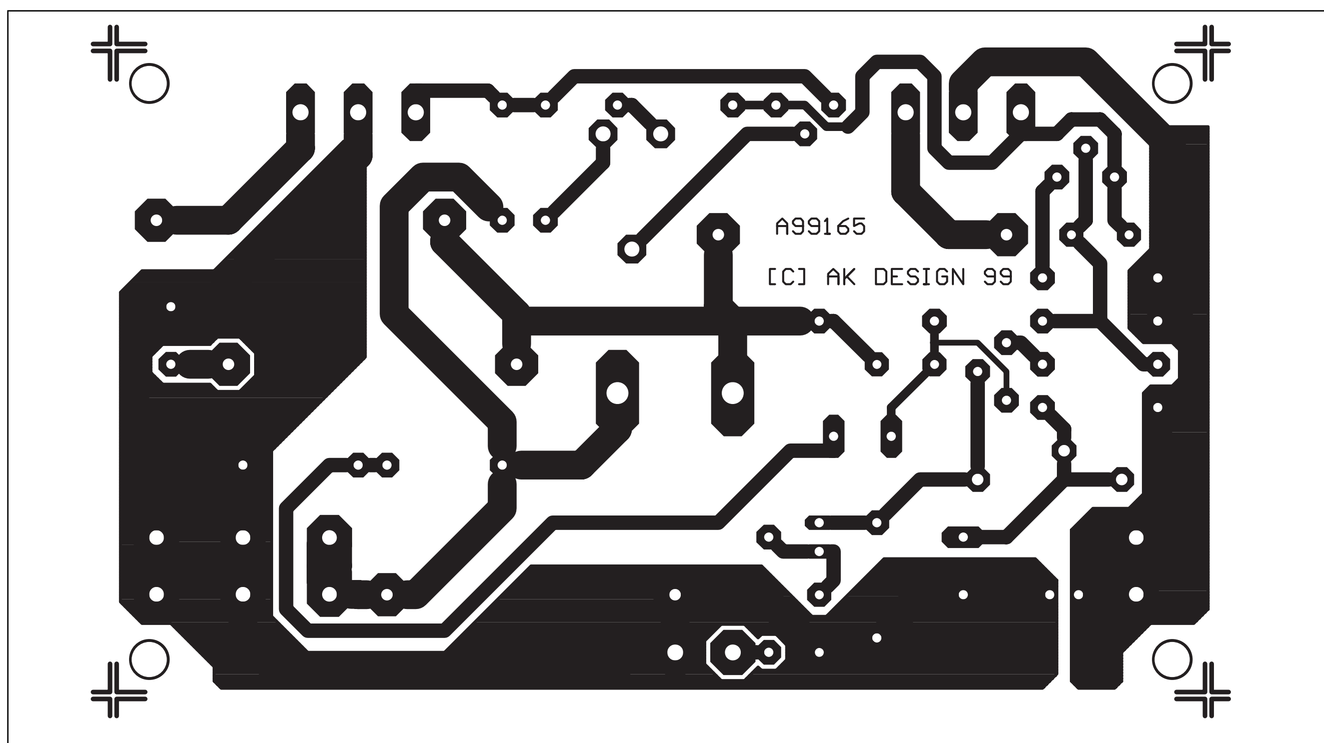
Popsaný korekční zesilovač může být základem jednoduchého domácího reprodukčního zařízení. Spolu s koncovým zesilovačem, uveřejněným také v tomto čísle SaK, tak může tvořit kompletní zesilovací aparaturu.

Seznam součástek

odpory 0204		C10	100 nF
R1	10 kΩ	C11	100 nF
R2	10 kΩ	C12	100 nF
R3	2,2 kΩ	C13	100 nF
R4	100 Ω	C14	100 nF
R5	100 Ω	C15	4,7 µF/50 V
		C16	4,7 µF/50 V
C1	4,7 µF/50 V	C17	220 µF/25 V
C2	4,7 µF/50 V		
C3	56 nF	IC1	TDA1524A
C4	56 nF		
C5	15 nF	K1 až K4	CP560
C6	15 nF	P1	50 kΩ/N
C7	56 nF	P2	50 kΩ/N
C8	56 nF	P3	50 kΩ/N
C9	100 µF/16 V	P4	50 kΩ/N

Obr. 1. Schéma zapojení koncového zesilovače

Obr. 2. Rozložení součástek na desce koncového zesilovače



Obr. 3. Obrazec desky spojů koncového zesilovače. Zvětšeno na 150%

známého zapojení Bootstrap. Při plném vybuzení v záporné půlvlně je tedy budicí napětí pro tranzistor T5 záporné. Odpor R16, zapojený na výstupu zesilovače, uzavírá stejnosměrně obvod i při nepřipojeném reproduktoru.

Stavba

Modul koncového zesilovače je zhotoven na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 97 x 57 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2, obrazec desky spojů na obr. 3. Deska je navržena tak, aby bylo možno plošný spoj umístit kolmo k chladiči a koncové tranzistory přišroubovat přímo na chladič. Při montáži nesmíme ale zapomenout na izolační podložky pod tranzistory. Kolektor tranzistoru T5 je sice spojen s potenciálem země, ale přímá montáž na chladič by mohla způsobit nežádoucí zemnící smyčky přes kostru zesilovače. Plastové pouzdro tranzistoru T2 musíme také mechanicky upevnit k chladiči, aby byl zajištěn tepelný kontakt. Po osazení a zapájení součástek desku pečlivě prohlédneme a odstraníme případné závady. Oba potenciometry dáme do střední polohy. Připojíme napájecí napětí. Pro první pokusy (pokud nemáme laboratorní napájecí zdroj s proudovou pojistkou) doporučuji do přívodu zařadit sériový odpor 5 až 10 W/20 až 30 Ω. Pro klidový odběr je úbytek na odporu zanedbatelný, ale v případě chyby na desce (nebo například špatně nastaveného trimru P2), která by způsobila otevření koncových tranzistorů, se tak většinou zabrání nejhoršímu. Pokud je vše v pořádku, trimrem P1 nastavíme zatím výstupní napětí asi na 1/2 napájecího a trimrem P2 klidový odběr zesilovače na 60 mA. Na vstup zesilovače připojíme signál (nejlépe tónový generátor s kmitočtem 1 kHz). Pokud máme k dispozici osciloskop, kontrolujeme průběh výstupního napětí. Odpojíme ochranný

Seznam součástek

odpory 0204

R1	1 kΩ
R2	22 kΩ
R3	100 kΩ
R4	5,6 kΩ
R5	10 kΩ
R6	220 Ω
R7	2,2 kΩ
R8	22 kΩ
R9	56 Ω
R10	1 kΩ
R11	470 Ω
R12	2,2 kΩ

Odpory 5 W

R13	0,33 /5 W
R14	0,33 /5 W
R15	10 /5 W
R16	150 /5 W

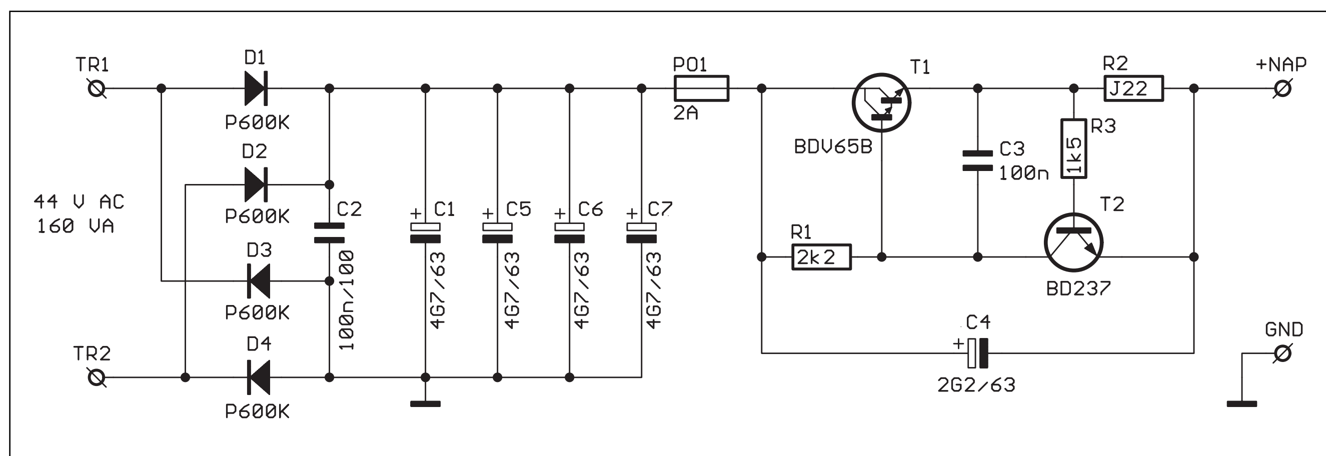
C1	330 pF
C2	10 μF/63 V
C3	47 μF/100 V
C4	220 μF/63 V
C5	27 pF
C6	10 μF/100 V
C7	2,2 mF/63 V
C9	100 nF/100 V

T1	BC546
T2	BC546
T3	2N2905A
T4	BDV65B
T5	BDV64B

P1	PM19/M1
P2	PT10L/250 Ω

Napájecí zdroj pro zesilovač

A99166



Obr. 1. Schéma zapojení napájecího zdroje pro zesilovač

Uvedený napájecí zdroj vhodně doplňuje koncový zesilovač, popsaný v předcházejícím článku (stavebnice A99165). Jak již bylo dříve zmíněno, proudová ochrana, konstrukčně řešená v koncovém stupni, může způsobovat nežádoucí zkreslení. Na druhou stranu, ponechat koncový zesilovač zcela bez ochrany je značné provozní riziko. V našem případě jsme použili napájecí zdroj se zabudovaným proudovým omezením. Proti klasické proudové ochraně v koncovém stupni má výhodu, že chrání zesilovač proti zkratu na výstupu (trvalému proudovému přetížení), ale krátkodobé dynamické špičky v hudebním signálu neomezuje.

Popis zapojení

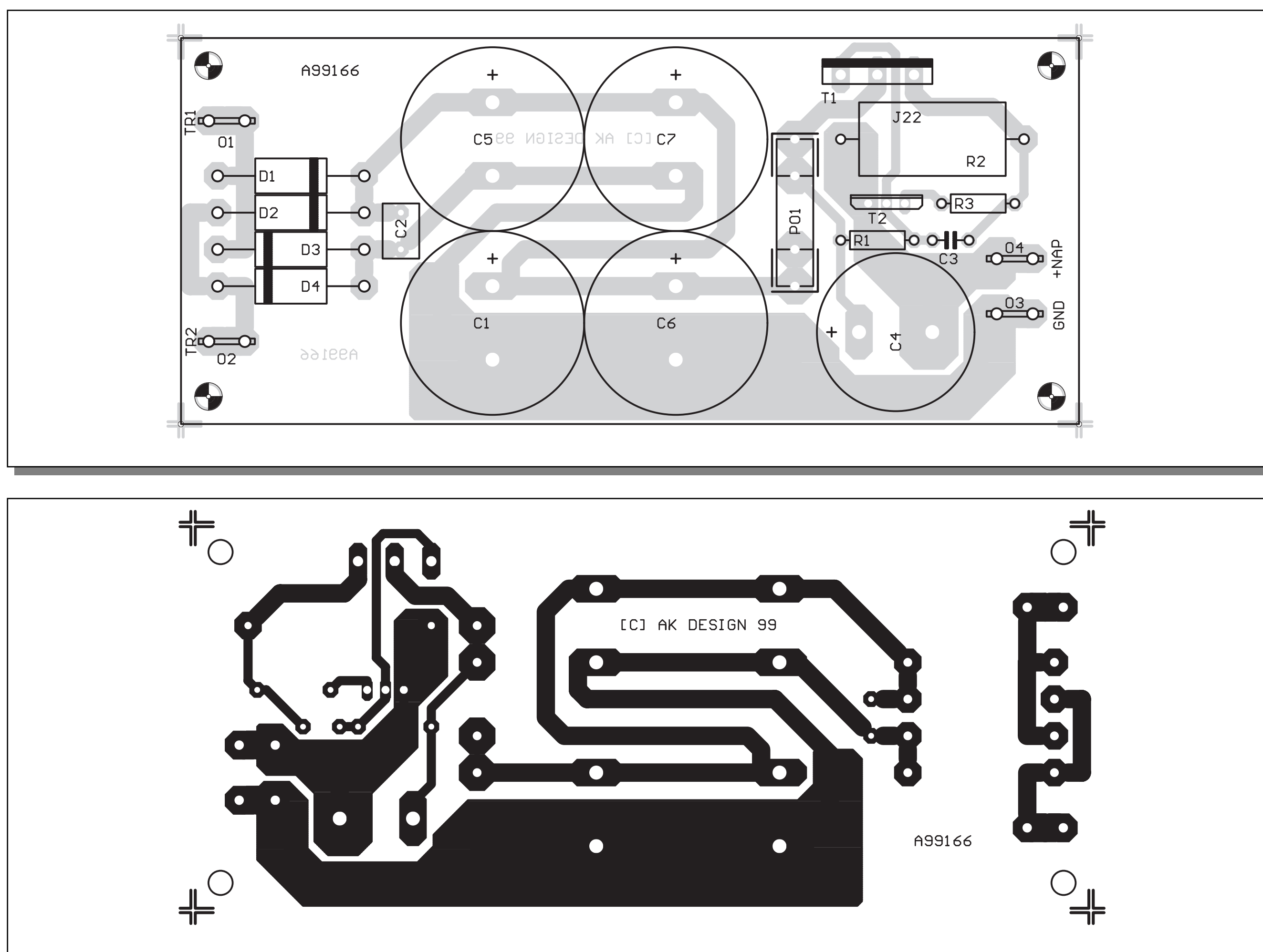
Schéma zapojení napájecího zdroje je na obr. 1. Pro jednoduchost předpokládáme použití síťového transformátoru s jedním sekundárním vinutím. Střídavé napětí je nejprve usměrněno diodovým můstkem s diodami D1 až D4. V zapojení jsou použity diody typu P600K, které snesou trvalý proud 6 A. Proti vf rušení je za můstek připojen kondenzátor 100 nF. Pro dostatečnou filtraci napájecího napětí jsou použity 4 kondenzátory 4,7 mF/63 V. Zdroj je dimenzován na připojení dvou koncových zesilovačů. Pokud počítáme pouze s jedním, stačí osadit jenom dva filtrační kondenzátory. Trubičkovou pojistku PO1 (2A) můžeme nahradit jističem. To má tu výhodu, že jistič je netečný ke krátkodobým proudovým špičkám, kdežto při trvalejším přetížení (například přebuzením nebo připojením zátěže o menší jmenovité impedanci) se jistič vypne. Za pojistkou je zapojen tranzistor T1, pracující jako sériový regulátor. Tranzistor T1 je buzen proudem tekoucím přes odpor R1. V bázi tranzistoru T1 je zapojen tranzistor T2. Pokud proud snímacím odporem 0,22 Ω R2 překročí hodnotu asi 3 A, úbytek napětí na tomto odporu začne otevírat tranzistor T2, který naopak začne zavírat tranzistor T1. Napětí U_{CE} tranzistoru T1 se začne zvyšovat a tím klesá napájecí napětí na výstupu zdroje. Při trvalém zkratu na výstupu zdroje je tedy maximální proud ze zdroje omezen asi na 3 A. Aby proudové omezení nereagovalo na velmi krátké proudové špičky, je mezi bázi a emitor tranzistoru T1 zapojen kondenzátor C3. Celý regulátor je přemostěn kondenzátorem C4, který díky své značné kapacitě zásobuje koncový stupeň právě v okamžiku proudové špičky. Uvedené zapojení má tu výhodu, že neomezuje okamžitý výkon zesilovače bezprostředním omezením výstupního proudu, ale při trvalejším přetížení zabrání zničení koncových tranzistorů. Na tomto místě musíme upozornit, že vzhledem

---

odpor v napájení a připojíme zátěž. Postupně zesilujeme vstupní signál za současné kontroly výstupního signálu a odběru. I po zahřátí chladičů musí zůstat klidový proud (zesilovač bez vybuzení) okolo 60 mA. Pokud je výrazně vyšší, musíme upravit nastavení trimru P2. Za pomoci osciloskopu můžeme přesně nastavit symetrickou limitaci výstupního signálu trimrem P1. Pokud je vše v pořádku, je stavba koncového zesilovače úspěšně dokončena.

Závěr

I přes relativní dostupnost monolitických koncových zesilovačů může být stavba zesilovače klasickou technikou nejen užitečná, ale člověk si na tomto zapojení může skutečně "osahat" jednotlivé obvody, což v případě integrovaného obvodu s x vývody, přišroubovaného na chladič, lze jen obtížně.



Obr. 2 a 3. Rozložení součástek a deska spojů zdroje pro zesilovač

k výkonové ztrátě na tranzistoru T1 není možné provozovat trvale zesilovač s aktivním proudovým omezením, protože například při napájecím napětí zdroje 50 V a zkratu na výstupu zdroje (proud je omezen na 3 A), je výkonová ztráta na tranzistoru T1 asi 150 W, což by vedlo k jeho velmi rychlé likvidaci.

Stavba

Napájecí zdroj pro zesilovač je zhotoven na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 125 x 53 mm. Rozložení součástek je na obr. 2, obrazec desky spojů na obr. 3. Výkonový tranzistor T1 je umístěn na okraji desky, aby ho bylo možno snadno přišroubovat na chladič. Po osazení a zapájení součástek desku důkladně prohlédneme a odstraníme případné závady. Protože na desce nejsou žádné nastavovací prvky, zdroj by měl fungovat na první zapojení. Pokud budeme montovat zdroj na chladič spojený s kostrou nebo další-mi díly zesilovače, nesmíme zapomenout na odizolování tranzistoru T1.

Jako síťový transformátor můžeme použít klasické provedení s EI plechy nebo kvalitnější (ale také dražší) toroidní provedení. Výstupní napětí přizpůsobíme požadovanému výkonu zesilovače (záleží též na impedanci připojených reproduktorů). Pro doporučené zapojení zesilovače a napájecího zdroje by výstupní napětí transformátoru mělo být 44 V a zatížitelnost 160 VA.

Závěr

Poměrně jednoduchý napájecí zdroj řeší zajímavým způsobem problém proudové ochrany koncového zesilovače při maximálním potlačení zkreslení a rušivých efektů, způsobených nasazením běžné proudové pojistky při přebuzení.

Seznam součástek

Odpory 0207

R1 . . . . 2,2 kΩ
R3 . . . . 1,5 kΩ

Odpor 5 W

R2 . . . . 0,22 Ω /5 W

C1 . . . . 4,7 mF/63 V
C2 . . . . 100 nF/100 V
C3 . . . . 100 nF ker
C4 . . . . 2,2 mF/63 V
C5 . . . . 4,7 mF/63 V
C6 . . . . 4,7 mF/63 V
C7 . . . . 4,7 mF/63 V

D1 až D4 . . . . P600K
T1 . . . . BDV65B
T2 . . . . BD237

PO1 . . . . 2 A

Elektronická zátěž

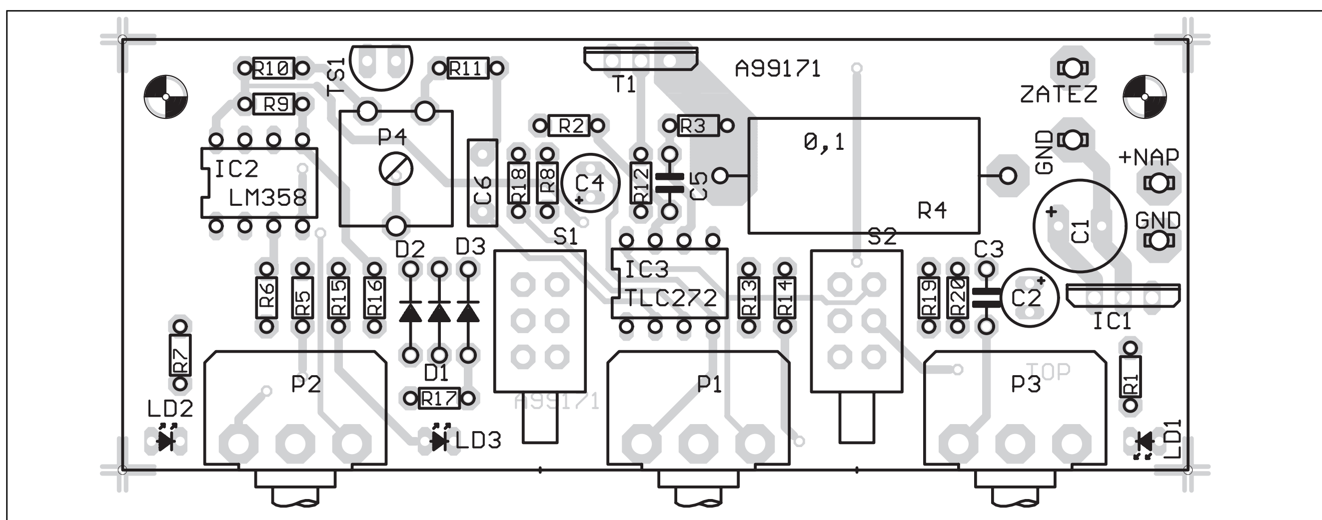
A99171

Při konstrukci a opravách některých elektronických zařízení, jako jsou například napájecí zdroje nebo nabíječky akumulátorů, případně pro kontrolované vybíjení akumulátorů potřebujeme aktivní elektronickou zátěž, která je schopna pracovat jako konstantní odpor nebo v režimu konstantního proudu. Jednoduché zapojení, které je schopno realizovat obě funkce, vám nyní předkládáme.

Popis zapojení

Schéma elektronické zátěže je na obr. 1. Jádrem elektronické zátěže je výkonový MOS-FET tranzistor T1 BUZ71 s řídicím zesilovačem IC3B. Testované zařízení se připojuje mezi vstupní svorku ZÁTĚŽ a zem. Proud protékající MOS-FET tranzistorem vytváří na snímacím odporu R1 úbytek napětí, který se přes odpor R3 přivádí na invertující vstup zesilovače IC3B. Toto napětí je přímo úměrné protékajícímu proudu. Požadovaná hodnota (nastavená velikost proudu) se přivádí ve formě řídicího napětí na neinvertující vstup zesilovače IC3B. Přepínačem S2 volíme základní funkci zátěže. V poloze I-mód je na regulační potenciometr P3 přivedeno konstantní napájecí napětí (z napájecího zdroje) 10 V. Z běžce potenciometru je toto

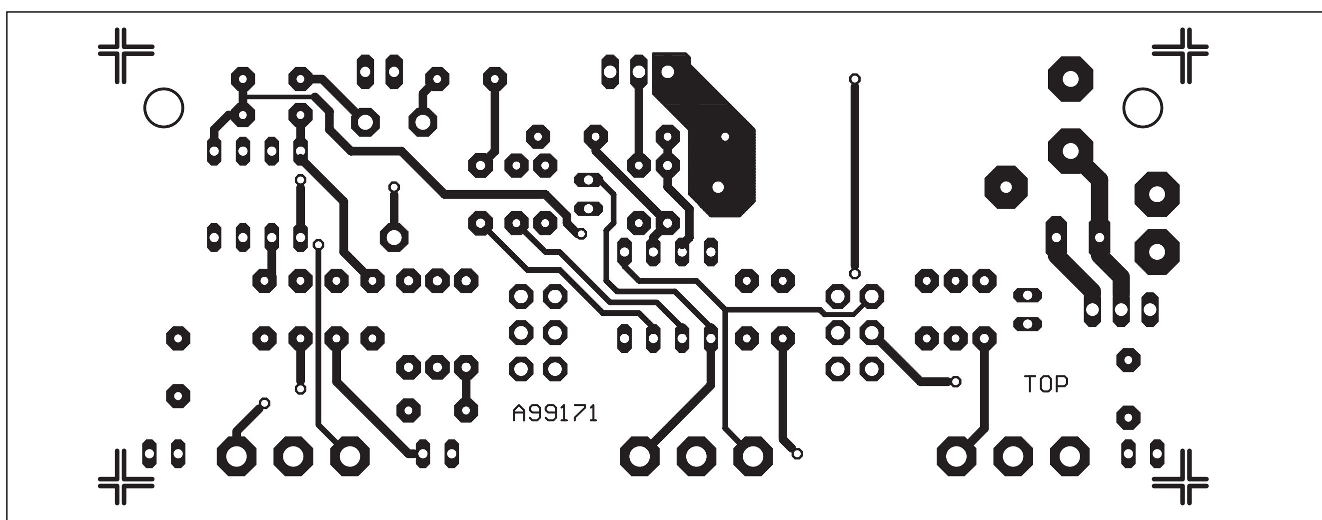
Obr. 1. Schéma zapojení elektronické zátěže



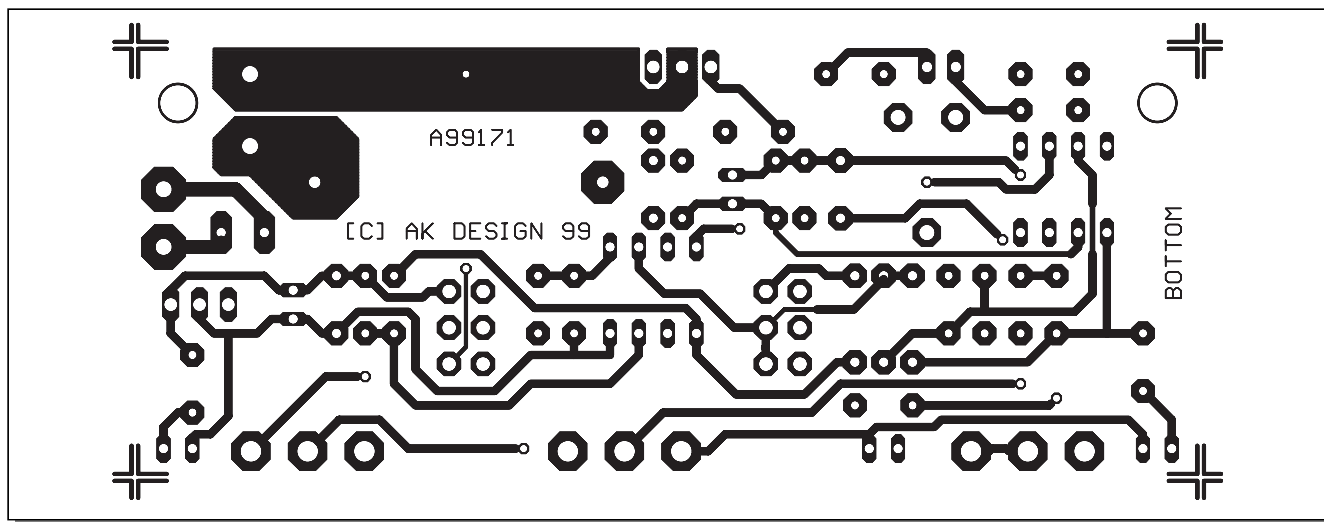
Obr. 2. Rozložení součástek na desce elektronické zátěže

napětí přivedeno na odporový dělič R14/R13, k jehož středu je připojen řídicí vstup zesilovače IC3B. Úbytek napětí na odporu R4 musí být tedy stejný jako napětí na odporu R13. Elektronická zátěž tedy odebírá z připojeného zdroje konstantní proud. Pokud přepneme přepínač S2 do R-módu, je napětí na potenciometru P3 odvozováno od napětí na zátěži. Například při zdvojnásobení napětí na zátěži se také zdvojnásobí napětí na potenciometru R3. Aby se vyrovnaly poměry na řídicím zesilovači IC3B, musí stoupnout dvakrát i úbytek napětí na odporu R4. K tomu musí také stopnout dvakrát prou protékající elektronickou zátěží. V důsledku to znamená, že elektronická zátěž se chová jako konstantní odpor. Proud zátěží je přímo úměrný přiloženému napětí. V některých případech potřebujeme odpojit zátěž, pokud napětí na zátěži dosáhne předem zvolené velikosti. K tomu slouží obvod realizovaný okolo operačního zesilovače IC2A. Na neinvertující vstup je přes odpor R5 připojen běžec potenciometru P1. Napětí z běžce P1 je porovnáváno s napětím na zátěži, které přivádíme na vstup IC2A odporem R12. Pokud napětí na invertujícím vstupu IC2A převýší napětí na neinvertujícím vstupu, výstup komparátoru se překlopí do vysoké úrovně. Tento stav je indikován rozsvícením LED LD2. Současně se přes diodu D2 dostane plné napájecí napětí na invertující vstup IC3B a dojde k rozepnutí výstupního tranzistoru. Zátěž se odpojí. Kondenzátor C4 filtruje krátkodobé napěťové špičky, které se mohou vyskytovat na zátěži. Odpor R8 tvoří spolu s R12 odporový dělič, který zvyšuje regulační rozsah napěťového omezení asi na 20 V. Odpor R6 zavádí kladnou zpětnou vazbu a vytváří hysterezi pro spolehlivé překlopení při odpojení zátěže.

Aktivní zátěž může pracovat i v pulsním režimu. Operační zesilovač je zapojen jako multivibrátor s kmitočtem nastavitelným potenciometrem P1 v rozmezí 10 Hz až 1 kHz. Výstup signálu s napětím obdélníkového průběhu je přes diodu D3 přiváděn na řídicí zesilovač IC3B. Aktivní zátěž je pak rytmicky spínána a rozpínána se střídou 1:1. Impulsní režim se zapíná



Obr. 3. Obrazec desky spojů - strana součástek (TOP) M 1,5 : 1



Obr. 4. Obrazec desky spojů - strana spojů (BOTTOM) M 1,5 : 1

přepínačem S1A Poslední operační zesilovač IC2B je zapojen jako tepelná pojistka. Teplotní senzor TS1 typu KTY81-120 je zapojen do odporového můstku tvořeného R9 až R11 a trimrem P4. Pokud teplota chladiče překročí 100 °C, komparátor IC2B se překlopí do vysoké úrovně a přes diodu D1 odpojí zátěž. Tento stav je indikován též rozsvícením LED LD3. Odpor R16 vytváří hysterezi komparátoru. Po snížení teploty chladiče se zátěž opět aktivuje.

Obvod aktivní zátěže je napájen z externího zdroje 14 až 18 V. Napájecí napětí je stabilizováno monolitickým stabilizátorem 7810. LED LD1 indikuje přítomnost napájecího napětí.

Stavba

Elektronická zátěž je zhotovena na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 94 x 38 mm. Rozložení součástek je na obr. 2, obrazec desky spojů – strana součástek (TOP) je na obr. 3, strana spojů (BOTTOM) na obr. 4. Desku osadíme součástkami, zapájíme a pečlivě zkontrolujeme. Koncový tranzistor připevníme na dostatečně dimenzovaný chladič. Protože trvalá výkonová ztráta na aktivní zátěži může být 30 W, měl by mít chladič tepelný odpor menší než 2 °K/W. Po smontování připojíme napájecí napětí. Na vstup elektronické zátěže připojíme zdroj, přepneme do režimu I-mód (konstantní proud) a potenciometrem P3 vyzkoušíme regulaci proudu. Nastavitelný rozsah by měl být od 0 do 10 A. Přepneme do R-módu a zkontrolujeme rozsah nastavení maximálního napětí potenciometrem P1. Ten by měl být asi od 0,5 V do 20 V. Při větším napětí a proudu zátěží ohřejeme chladič koncového tranzistoru. Nejlépe kontaktním teploměrem měříme teplotu chladiče. Až dosáhne 100 °C, pomalu otáčíme trimrem P4, až dojde k vypnutí zátěže. Jako poslední zkontrolujeme funkci generátoru impulsního režimu. Tím je stavba elektronické zátěže úspěšně dokončena.

Závěr

Elektronická zátěž je ideální pomocník při vývoji napájecích zdrojů a nabíječek akumulátorů. Neměla by proto chybět ve vybavení žádného elektronika.

Seznam součástek

odpory 0204

R1	1 kΩ
R2	1 kΩ
R3	10 kΩ
R5	47 kΩ
R6	1 MΩ
R7	1 kΩ
R8	100 kΩ
R9	10 kΩ
R10	10 kΩ
R11	1 kΩ
R12	120 kΩ
R13	1,2 kΩ
R14	10 kΩ
R15	1 kΩ
R16	1 MΩ
R17	10 kΩ
R18	100 kΩ
R19	100 kΩ
R20	100 kΩ

odpor 5 W

R4	0,1 /5 W

C1	220 μF/25 V
C2	10 μF/25 V
C3	100 nF
C4	10 μF/25 V
C5	100 pF
C6	68 nF
D1 až D3	1N4148
IC1	7810
IC2	LM358
IC3	TLC272
LD1	LED 3 mm R
LD2	LED 3 mm Y
LD3	LED 3 mm G
T1	BUZ71
TS1	KTY81-120
P1	10 kΩ/TP160
P2	1 MΩ/TP160
P3	10 kΩ/TP160
P4	PT10L/2,5 kΩ
S1	PS-22F
S2	PS-22F

A99161

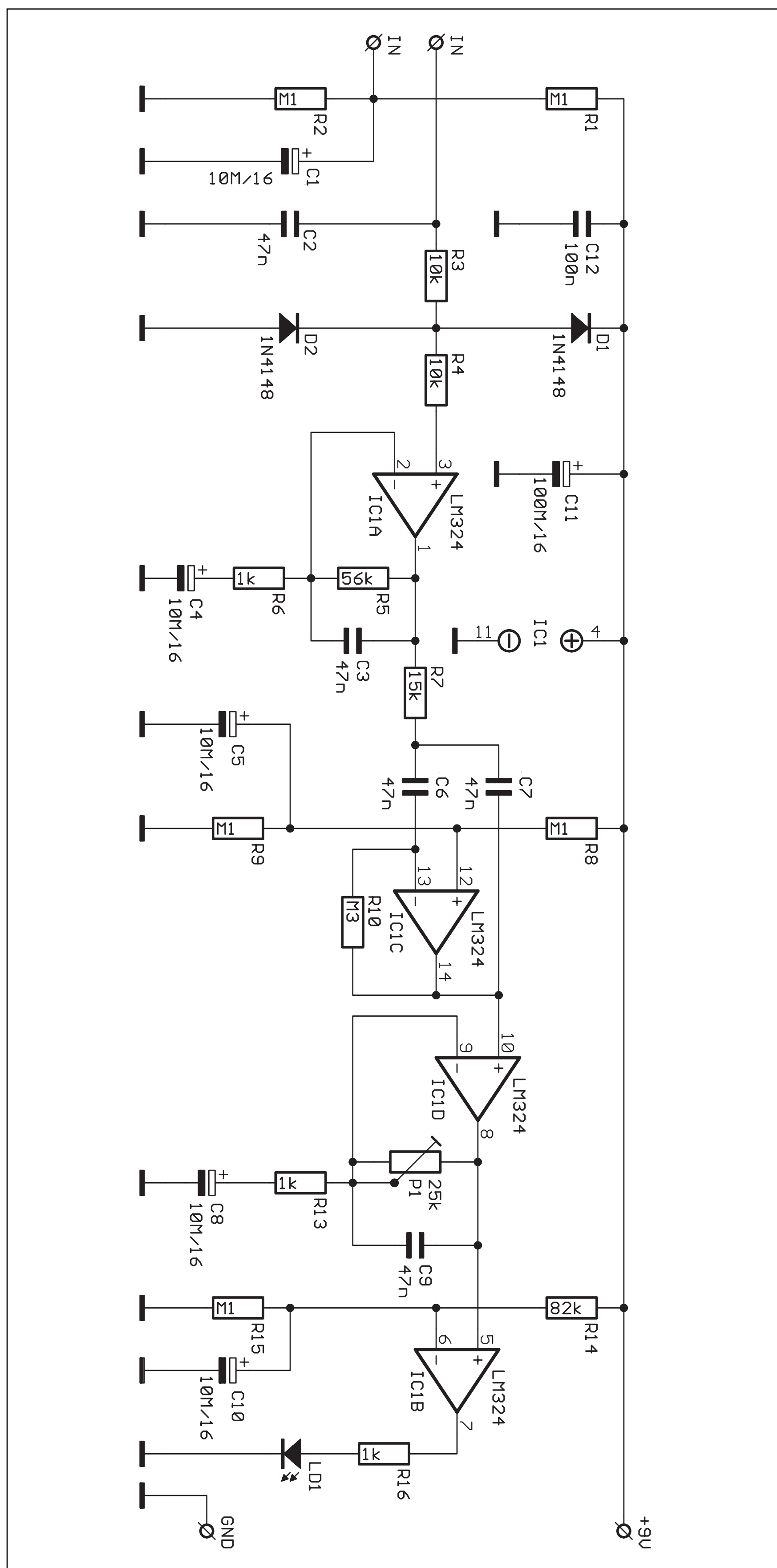
Detektor síťového vedení

Při mnoha různých činnostech v domácnosti se vyskytne potřeba zjistit, zda pod omítkou není skryto elektrické vedení. Vyhozené jističe jsou tou nejmenší škodou, která nás může potkat. V opačném případě může taková nehoda skončit i smrtí.

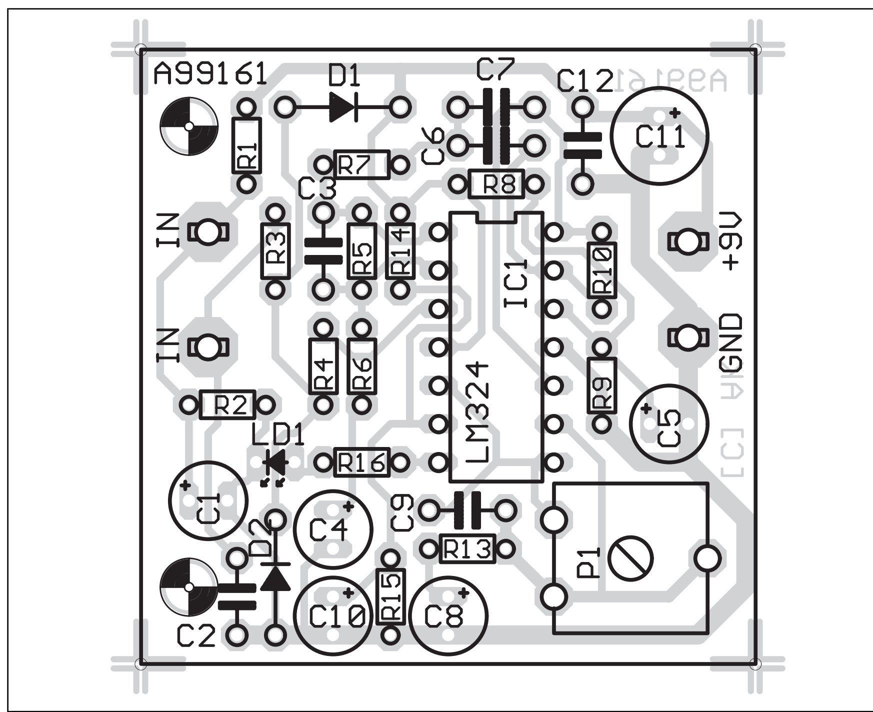
Podobným událostem snadno předejdete, pokud si pořídíte popisovaný hledač síťového vedení.

Popis zapojení

Schéma detektoru je na obr. 1. Jako čidlo je použit klasický telefonní příposlech (cívka, která se nejčastěji přísavkou připevňuje k telefonnímu přístroji a umožňuje například nahrávání rozhovoru na magnetofon bez nedovoleného zásahu do přístroje). Výstup snímače je připojen na vstupní svorky detektoru. Protože je obvod napájen nesymetrickým napětím 9 V z destičkové baterie, je jeden vstup snímače připojen na odporový dělič R1/R2, který tvoří virtuální střed napájecího napětí. Pro střídavý signál je tento bod zkratován na zem kondenzátorem C1. Aktivní signál ze snímače je přiveden na druhý vstup. Případné rušení kmitočty vyšších frekvencí, které by se mohly naindukovat do cívky snímače, je filtrováno kondenzátorem C2. Odpor R3 spolu s diodami D1 a D2 tvoří ochranu proti příliš velkému vstupnímu napětí. První zesilovací stupeň s IC1A má pro střídavý signál zesílení asi 35 dB, kdežto stejnosměrné zesílení je jednotkové (0 db). Druhý stupeň s obvodem IC1C tvoří pásmový filtr s kmitočtem 50 Hz. Tímto obvodem jsou dále potlačovány nežádoucí rušivé signály. Odporový dělič R8/R9 nastavuje opět stejnosměrnou úroveň na vstupu zesilovače na polovinu napájecího napětí. Následující stupeň s IC1D tvoří zesilovač s nastavitelným zesílením v rozsahu 0 až 28 dB. Trimrem P1 tedy můžeme přizpůsobit citlivost přístroje použitému snímači

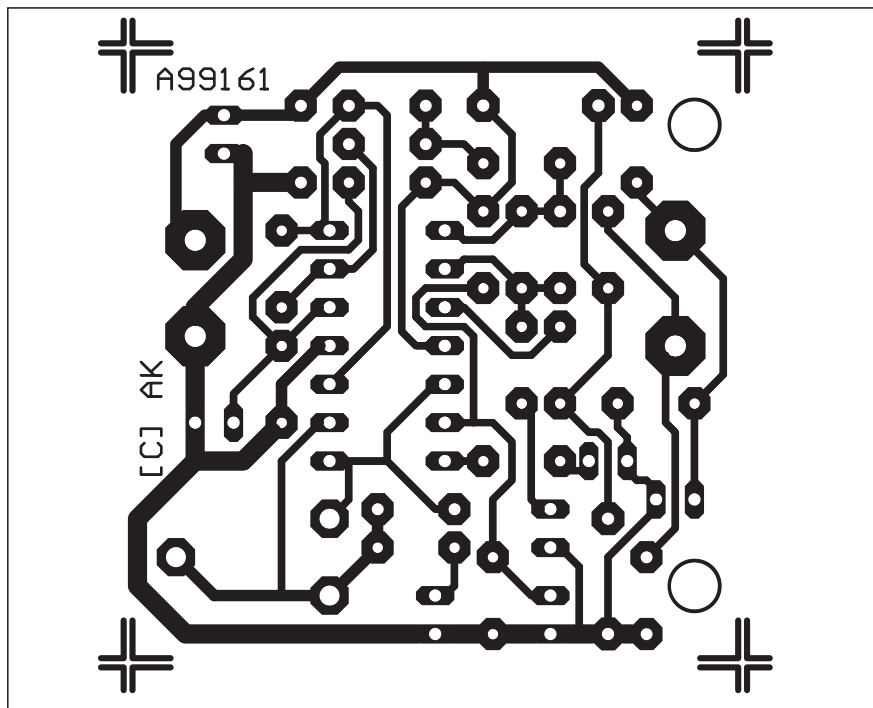


Obr. 1. Schéma zapojení



Obr. 2. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji detektoru

a provozním podmínkám. Poslední stupeň je komparátor, tvořený obvodem IC1B. Napětí na invertujícím vstupu komparátoru (vývod 6) je nastaveno mírně nad 1/2 napájecího napětí (dáno odporovým děličem R14/R15). Pokud je vstupní signál příliš malý, je stejnosměrná úroveň na neinvertujícím vstupu komparátoru (vývod 5) rovná 1/2 napájecího napětí. Je tedy nižší než napětí na invertujícím vstupu a výstup komparátoru je na nízké úrovni. LED LD1, zapojená na výstupu komparátoru, tedy nesvítí. Pokud se ale na vstupu testeru (na cívce snímače) objeví naindukované střídavé napětí 50 Hz, je tento signál zesílen a přiveden na vstup komparátoru. Překročí-li špičková úroveň indukovaného signálu rozhodovací úroveň komparátoru (napětí na vývodu 6), výstup komparátoru se na krátkou dobu překlopí do vysoké úrovně a problikne LED LD1. Čím je indukovaný signál silnější, tím delší je i doba překlopení komparátoru a tím i intenzivnější svit LED. Podle intenzity svitu LED tedy můžeme usuzovat na vzdálenost snímače od síťového vedení. Protože odběr detektoru je několik desítek mA, vystačíme s jednoduchým napájením baterií 9 V.



Obr. 3. Obrazec desky spojů detektoru. M 2 : 1

Seznam součástek

odpory 0204

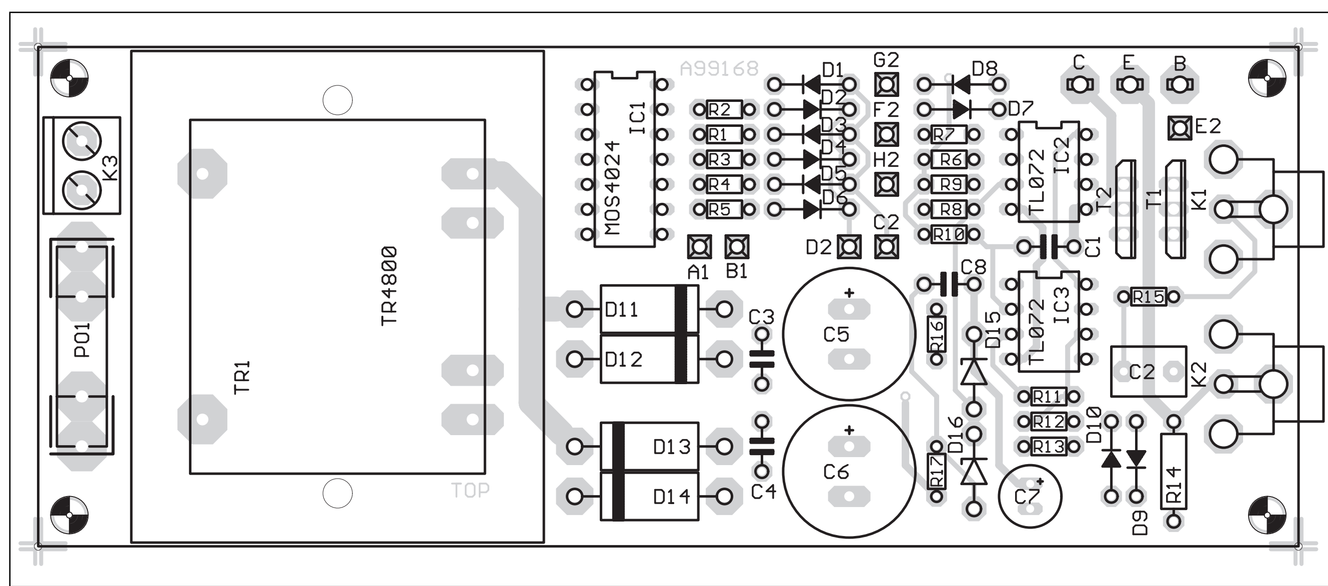
R1	100 kΩ
R2	100 kΩ
R3	10 kΩ
R4	10 kΩ
R5	56 kΩ
R6	1 kΩ
R7	15 kΩ
R8	100 kΩ
R9	100 kΩ
R10	300 kΩ
R13	1 kΩ
R14	82 kΩ
R15	100 kΩ
R16	1 kΩ
C1	10 μF/16 V
C2	47 nF
C3	47 nF
C4	10 μF/16 V
C5	10 μF/16 V
C6	47 nF
C7	47 nF
C8	10 μF/16 V
C9	47 nF
C10	10 μF/16 V
C11	100 μF/16 V
C12	100 nF
D1	1N4148
D2	1N4148
IC1	LM324
LD1	LED 3mm
P1	PT10L/25 kΩ

Přípravek pro zobrazení charakteristik tranzistorů na osciloskopu

V mnoha oblastech elektroniky se setkáme s potřebou vybrat tranzistory s podobnými výstupními VA charakteristikami. Měření charakteristik bod po bodu je zdlouhavé, běžné testery (které jsou například často součástí multimetrů) měří tranzistor pouze v jednom bodě, takže ani nejsou schopny dodat komplexnější výsledky. Ideálním řešením je proto charakterograf, který na obrazovce osciloskopu vykreslí kompletní soustavu křivek pro různá napětí a různé kolektorové proudy. Tak můžeme velmi snadno porovnat shodu vybraných kusů, případně nalézt vhodnou náhradu.

Popis zapojení

Schéma zapojení je na obr. 1. Výstupní VA charakteristiky tranzistoru dostaneme tak, že pro určitý konstantní proud do báze tranzistoru zvyšujeme plynule napětí U_{CE} od nuly do maxima. Po dosažení maxima zvýšíme skokem proud do báze a vykreslíme další křivku. Soustavu křivek zobrazíme na obrazovce osciloskopu. Protože celý děj se rychle cyklicky opakuje, na stínítku osciloskopu vidíme statický obraz soustavy křivek, tak jak je známe



Obr. 2 Rozložení součástek na desce plošných spojů přípravku

Stavba

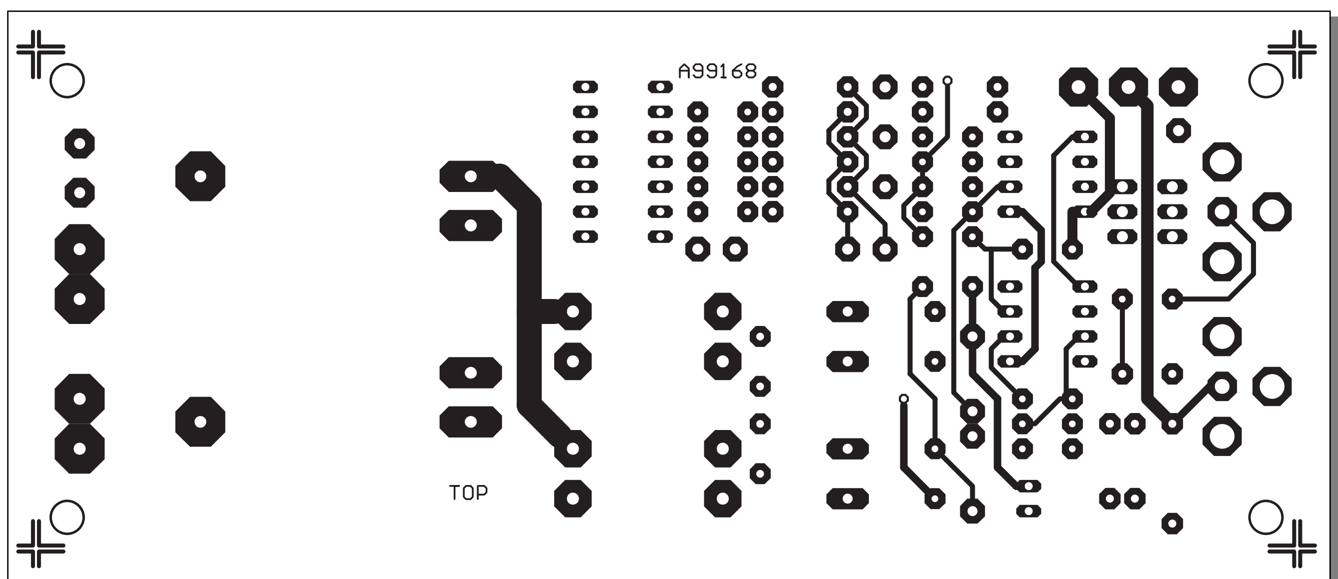
Detektor je postaven na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 41 x 41 mm. Velmi malé rozměry umožňují snadnou vestavbu do vhodné plastové krabičky. Po osazení a zapájení součástek desku pečlivě prohlédneme a odstraníme případné závady. Připojíme napájení a snímač. Cívka snímače bývá většinou opatřena konektorem jack 2,5 nebo 3,5 mm. Je proto vhodné do stěny krabičky zašroubovat panelovou zásuvku jack pro připojení snímače. Trimr P1 s připojeným snímačem na vstupu vytočíme na maximální citlivost (největší odpor). Pokud by již začala svítit LED, citlivost mírně snížíme. Nyní můžeme přiložit čidlo ke stěně. Nejlépe je obkroužit zásuvku (tam je pravděpodobné, že některým směrem od zásuvky je veden přívod). Sledujeme LED. Podle potřeby můžeme mírně upravit citlivost zařízení trimrem P1. Tím je tester hotov. Tester neobsahuje žádné problematické obvody a s výjimkou nastavení trimru P1 by při pečlivé práci měl pracovat na první zapojení. Ze zkušenosti vím, že naprostá většina problémů, které se vyskytnou při stavbě těchto "jednoduchých" zapojení, je způsobená právě nedbalostí při osazování (nezapájený vývod, otočená nebo prohozená součástka, cínový můstek). Proto stále kladu důraz na pečlivou práci při montáži.

Závěr

Popsané zařízení jistě najde uplatnění nejen v dílně radioamatéra, ale může být například vhodným dárkem pro domácího kutila, zedníka nebo instalatéra.

Obr. 1. Schéma zapojení přípravku na měření charakteristik

Obr. 3. Deska spojů (TOP)



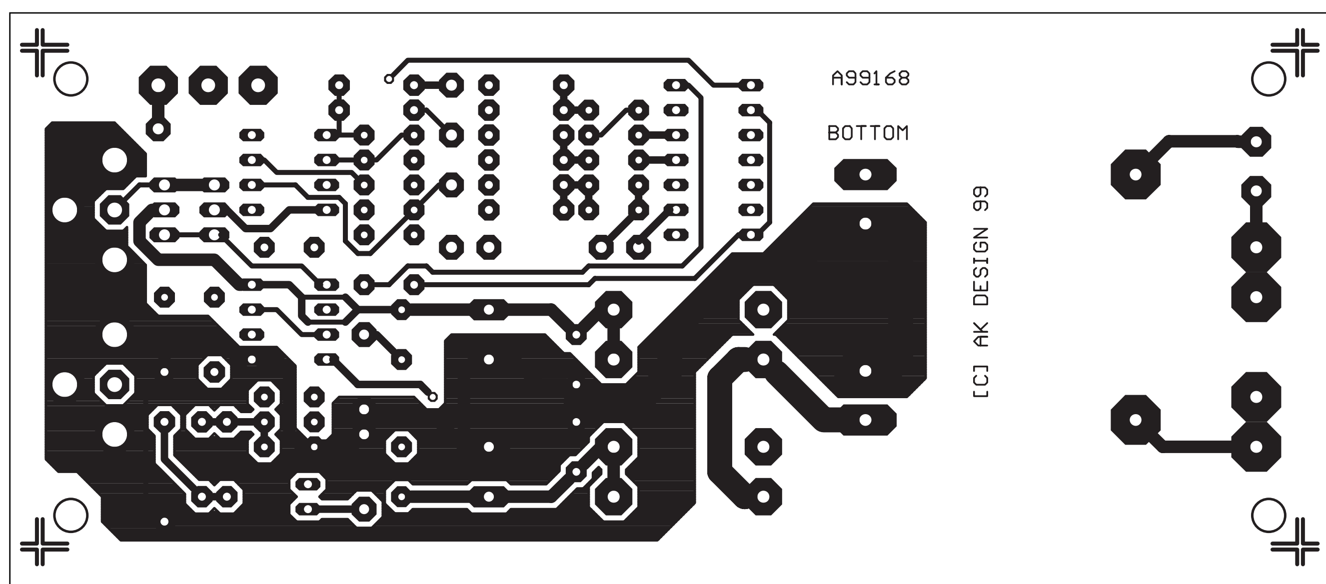
Tabulka 1 Proudy I_b [μA]				
křivka	4 křivky		8 křivek	
	PNP	NPN	PNP	NPN
1	-75	0	-175	0
2	-50	25	-150	25
3	-25	50	-125	50
4	0	75	-100	75
5	-75	0	-75	100
6	-50	25	-50	125
7	-25	50	-25	150
8	0	75	0	175

z katalogů polovodičových součástek. Vlastní obvodové řešení je relativně jednoduché.

Popis zapojení začneme u napájecího zdroje. Přípravek je napájen síťovým transformátorem, který je umístěn na desce spojů. Je použit typ s dvojitým sekundárním vinutím s napětím 2x 9 V. Po usměrnění dostaneme naprázdno napětí asi ±14 V. To slouží k napájení operačních zesilovačů a koncového stupně. Pro číslicovou část je napájecí napětí stabilizováno dvojicí Zenerových diod D15 a D16 na ±5,6 V. Tímto napětím je napájen čítač MOS4024 (IC1), jehož výstupy jsou pak v případě logické (1) a (0) kladné nebo záporné vůči nulovému potenciálu. Obvod MOS4024 reaguje na náběžnou hranu signálu přivedeného na hodinový vstup (vývod 1). Tento obvod složí pro generování proudu do báze testovaného tranzistoru. Na výstup čítače je připojena odporová síť (typu R-2R s odpory R1 až R5), která tvoří binární D/A převodník. Diody D1 až D6 sčítají proudy z jednotlivých výstupů Q1 až Q3. Ty jsou dány v poměru 1:2:4 velikostí sériových odporů (u Q1 je to 200 kΩ, u Q2 100 kΩ a u Q3 50 kΩ). Přepínač S2A určuje polaritu výstupního proudu podle typu tranzistoru (PNP-NPN). Přepínačem S1 volíme počet zobrazených křivek (4 nebo 8). Proudy do báze tranzistoru jsou pro obě nastavení přepínače S1 uvedeny v tab. 1.

Základ analogové části testeru je generátor signálu trojúhelníkového průběhu, složený z integrátoru a komparátoru. IC2A je zapojen jako zesilovač se zesílením 1,45x a současně Schmittův klopný obvod. Na výstupu IC2A jsou zapojeny diody D7a D8 s přepínačem S2B, které zajišťují, že výstupní napětí je podle typu testovaného tranzistoru (NPN-PNP) 0 až +8 V nebo 0 až -8 V. Na vstupu integrátoru se tedy nachází napětí obdélníkového průběhu o kmitočtu asi 400 Hz a s polaritou danou přepínačem S2. Aby bylo možné zobrazit kolektorový proud, je v obvodu emitoru zapojen snímací odpor 1 Ω (R14). To sice není z hlediska metody měření zcela korektní, ale umístění snímacího odporu správně do obvodu kolektoru by způsobilo potíže při připojování osciloskopu, protože většina osciloskopů není vybavena diferenciálním vstupem, ale signál je brán vůči zemi. Ke stejnému odporu R14 je připojen i obvod proudové ochrany, který zabraňuje zničení koncových tranzistorů při připojení vadného (proraženého) tranzistoru. Pokud překročí kolektorový proud testovaného tranzistoru hodnotu 400 mA, otevře se jedna ze Schottkyho diod D9 nebo D10 a dojde k překlopení výstupu IC3B do kladné nebo záporné úrovně. Tím se zablokuje integrátor. V normálním případě je na vývodu 3 IC3A nulové napětí. Výstup integrátoru je posílen komplementární dvojicí tranzistorů T1 a T2.

Osciloskop připojujeme k výstupním konektorům K1 (x osu) a K2 (y osu). Měřený tranzistor je připojen k vývodům B, C a E.



Obr. 4. Obrazec desky spojů přípravku pro zobrazení charakteristik tranzistorů. Strana spojů. M 1,3 : 1

Stavba

Tester je zhotoven na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 128 x 51 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2. Obrazec desky spojů - strana součástek (TOP) je na obr. 3 a strana spojů (BOTTOM) na obr. 4. Po osazení a zapájení součástek desku pečlivě prohlédneme a odstraníme případné závady. Protože je použita deska s prokovenými otvory, dobře kontrolujeme osazované součástky. Případné vypájení je obtížnější a může snadno dojít k poškození součástky nebo desky spojů.

Připneme napájecí napětí. Zkontrolujeme kmitočet generátoru (měl by být asi 400 Hz) a výstupní napětí integrátoru. Pokud je vše v pořádku, připojíme osciloskop k výstupním konektorům K1 a K2. Protože výstupní napětí integrátoru je 0 až ±8 V (podle typu tranzistoru), nastavíme citlivost horizontálního zesilovače osciloskopu na 1 V/dílek. Protože zatím nemáme připojen žádný tranzistor, na stínítku osciloskopu vidíme pouze vodorovnou čáru. Připojíme testovaný tranzistor. Přívody by neměly být příliš dlouhé, stačí okolo 10 cm. Delší by mohly ovlivňovat měření. Jak jsme již uvedli, kolektorový proud je snímán "nekorektně" na emitorovém odporu R14. Protože má hodnotu 1 Ω, výstupnímu napětí 1 V odpovídá emitorový proud 1 A. Protože je kolektorový proud omezen na 400 mA, zvolíme vstupní citlivost vertikálního zesilovače10 mV/dílek (1 dílek bude odpovídat 10 mA kolektorového proudu).

Pokud budeme měřit nízkopříkonový tranzistor s vysokou betou (například typ BC560C), může dojít k proudovému nebo výkonovému přetížení. Použijeme proto zobrazení pouze prvních čtyř křivek (maximální výstupní proud je tak poloviční).

Ještě jedna poznámka. Protože při měření PNP tranzistorů je kolektorové napětí záporné, jsou zobrazené charakteristiky vzhůru nohama. Většina osciloskopů však umožňuje inverzi vstupního signálu, takže se zobrazení nechá otočit do správné polohy.

Závěr

I když má uvedený tester některá omezení, daná jednoduchostí zapojení (jako například pevně nastavené bázové proudy, což může činit problémy například u Darlingtonových tranzistorů s velkým zesílením), pro většinu běžných měření je naprosto vyhovující.

Seznam součástek

odpor 0207		C6	2,2 mF/25 V
R14	1 Ω	C7	10 µF/16 V
odpory 0204		C8	100 nF
R1 až R5	100 kΩ		
R6	470 kΩ	D1 až D8	1N4148
R7	680 kΩ	D9	BAT85
R8	100 kΩ	D10	BAT85
R9	220 kΩ	D11 až D14	1N5401
R10	560 kΩ	D15	ZD 5V6
R11	470 kΩ	D16	ZD 5V6
R12	4,7 kΩ	IC1	MOS4024
R13	100 Ω	IC2	TL072
R15	10 Ω	IC3	TL072
R16	1,5 kΩ	T1	BD139
R17	1,5 kΩ	T2	BD140
C1	1 nF*	K1	CP560
C2	220 nF	K2Y	CP560
C3	100 nF	K3	ARK2
C4	100 nF	PO1	SHH1
C5	2,2 mF/25 V	TR1	MT709-2

Dokončení ze str. 26

Stavba

Gong je zhotoven na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 53 x 32 mm. Rozložení součástek je na obr. 2, obrazec desky spojů – strana součástek (TOP) na obr. 3, strana spojů (BOTTOM) na obr. 4. Stavba gongu je velmi jednoduchá a zvládne ji snadno i začátečník. Po osazení a zapájení součástek desku pečlivě prohlédneme a odstraníme případné závady. Připojíme napájecí napětí, reproduktorek a zkratováním příslušných vstupů (simulace stisku tlačítka) vyzkoušíme funkci zvonku. Nesmíme zapomenout osadit zkratovací propojky – jinak budeme marně čekat na nějaký zvuk. Trimrem P1 nastavíme vyhovující hlasitost. Tím je stavba ukončena.

Závěr

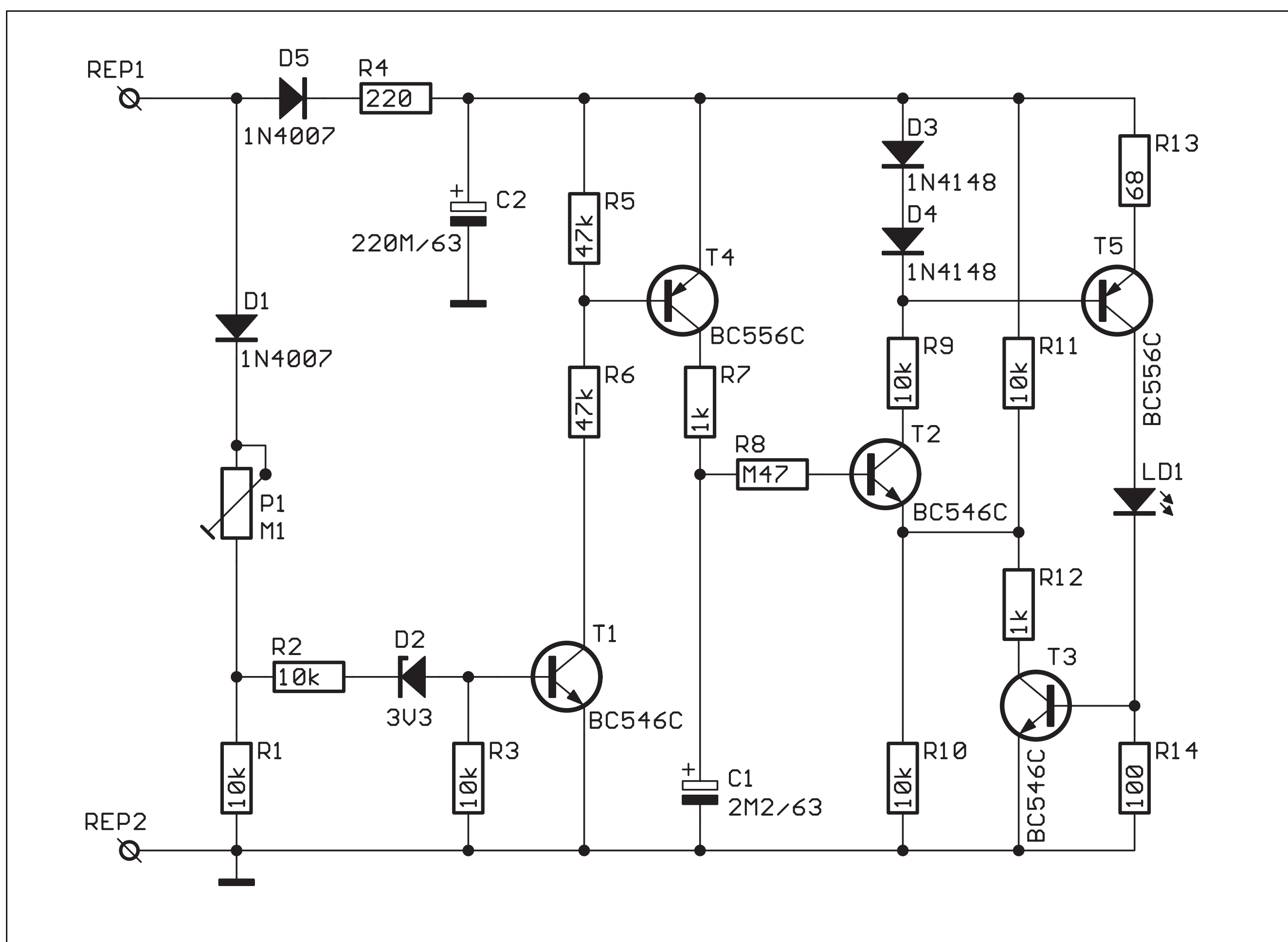
Popsaný gong je dalším zpestřením početné rodiny podobných zařízení. Soudě podle čtenářského ohlasu jsou tyto konstrukce jedny z nejvděčnějších zejména pro začínající elektroniky a těší se tudíž velké oblibě. A vás starší prosím o trochu shovívavosti, protože i vy jste jednou na něčem museli začít.

Důležité upozornění!

Vstup pro telefonní linku může být připojen pouze k privátní telefonní síti nebo pobočkové ústředně, nikoliv k JTS (jednotné telekomunikační síti).

A99162

Špičkový indikátor pro reproboxy

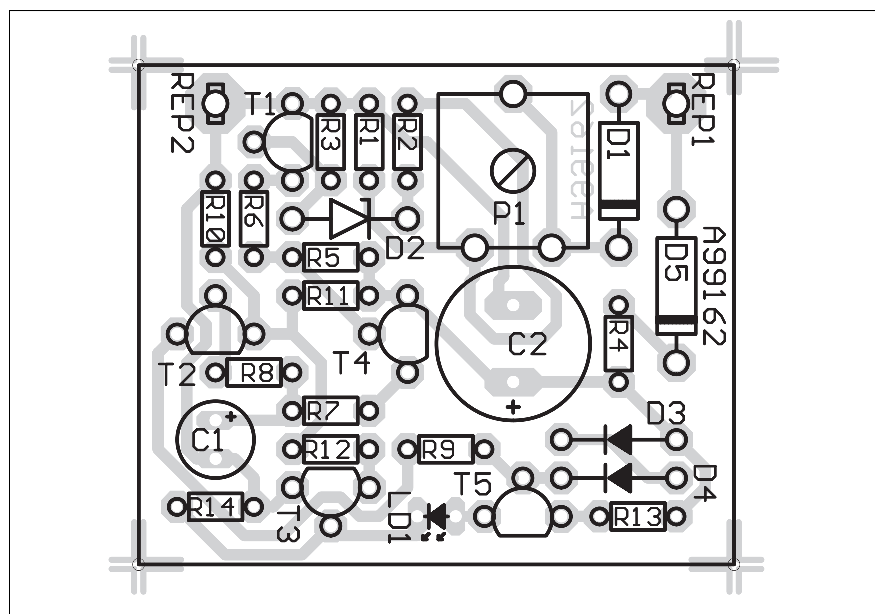


Obr. 1. Schéma zapojení špičkového indikátoru pro reproboxy

Že koncové zesilovače, a zejména ty výkonnější, bývají osazeny nejrůznějšími indikátory výstupního výkonu, ať již ručkovými, s LED nebo luminiscenčními, na to jsme si již zvykli. Taková indikace je sice dobrá pro udržení korektních provozních podmínek zesilovače, ale ve vztahu k reproduktorům v podstatě nic neříká. V naprosté většině případů totiž indikuje pouze výstupní napětí zesilovače bez ohledu na připojenou zátěž. A jak víme, něco naprosto jiného je 20 V výstupního napětí na 4, 8 nebo dokonce 16 Ω. Přitom vzhledem k inflaci cen elektroniky je dnes často cena kvalitních reproduktorů (pořád ještě většinou staré dobré dřevo) vyšší než cena průměrně jakostního zesilovače. Proto jediná spolehlivá cesta, jak skutečně kontrolovat, zda nejsou reproduktorové sestavy trvale přetěžovány, je instalace špičkového indikátoru přímo do reproduktorů a individuální nastavení podle příslušných parametrů sestavy (většina seriózních výrobců udává jak impedanci, tak i trvalý maximální příkon soustavy). Z připojené tabulky si tedy

Tabulka 1

U [V]	P [W] 4 Ω	8 Ω
5,7	4	2
6,3	5	2,5
8,9	10	5
11,0	15	7,5
12,6	20	10
15,5	30	15
17,9	40	20
20,0	50	25
25,3	80	40
28,3	100	50
34,6	150	75
40,0	200	100
44,7	250	125
[illegible]	[illegible]	[illegible]



Obr. 2. Rozložení součástek na desce špičkového indikátoru

Seznam součástek

odpory 0204	
R1	10 kΩ
R2	10 kΩ
R3	10 kΩ
R4	220 Ω
R5	47 kΩ
R6	47 kΩ
R7	1 kΩ
R8	470 kΩ
R9	10 kΩ
R10	10 kΩ
R11	10 kΩ
R12	1 kΩ
R13	68 Ω
R14	100 Ω
C1	2,2 μF/63
C2	220 μF/63
D1	1N4007
D2	ZD 3V3
D3	1N4148
D4	1N4148
D5	1N4007
LD1	LED 3mm
T1	BC546C
T2	BC546C
T3	BC546C
T4	BC556C
T5	BC556C
P1	PT10L/100 kΩ

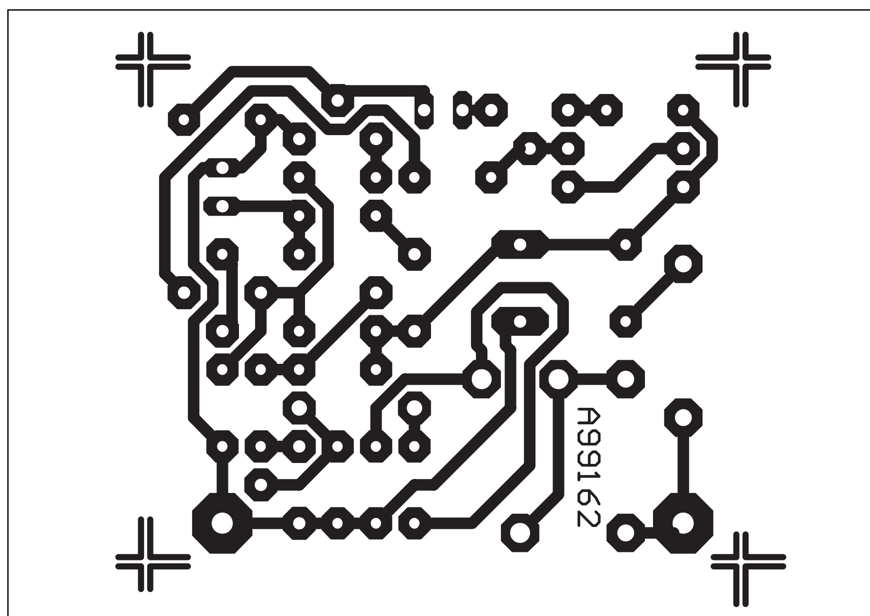
můžete sami určit vhodné nastavení pro vámi používanou sestavu.

Popis zapojení

Schéma zapojení špičkového indikátoru je na obr. 1. Hlavní předností je, že je napájen z "hudebního výkonu", dodávaného reprosoustavě, a nevyžaduje tudíž žádné vlastní napájení. To výrazně zjednodušuje konstrukci i zabudování do reprosoustavy.

Při běžné pokojové úrovni poslechu (mám na mysli klidný poslech při práci nebo zvukovou kulisu) se výkon zesilovače pohybuje v desetinách W. Při takovém vybuzení samozřejmě náš indikátor pracovat nemůže. To ale není také zapotřebí. Pokud dojde k plnému vybuzení reproduktorů, je výkon plynoucí do soustavy (a samozřejmě tím i napětí na reproduktorech) dostatečné pro spolehlivou funkci špičkového indikátoru.

Obvod indikátoru se připojuje paralelně ke vstupním zdířkám reproduktoru. Protože hudební signál by měl mít pouze střídavou složku (větší stejnosměrné napětí způsobuje mimo zkreslení reprodukce také trvalé vychýlení kmitačky, což rozhodně žádnému reproduktoru neprospívá), nezáleží na polaritě připojení. Na vstupní svorce REP1 se signál dělí. Přes diodu D5 jsou usměrňovány kladné špičky signálu a následně filtrovány kondenzátorem C2. Odpor R4 zvyšuje vstupní odpor indikátoru a jeho hodnota je výrazně vyšší proti běžným impedancím reproduktorových soustav (4 až 16 Ω), takže se prakticky neuplatňuje. Druhá dioda, D1, opět usměrňuje kladné špičky signálu, tentokrát jsou ale přes trimr P1 přivedeny na odporový dělič R2, D2/R3. V jeho středu je připojena



Obr. 3. Obrazec spojů desky špičkového indikátoru

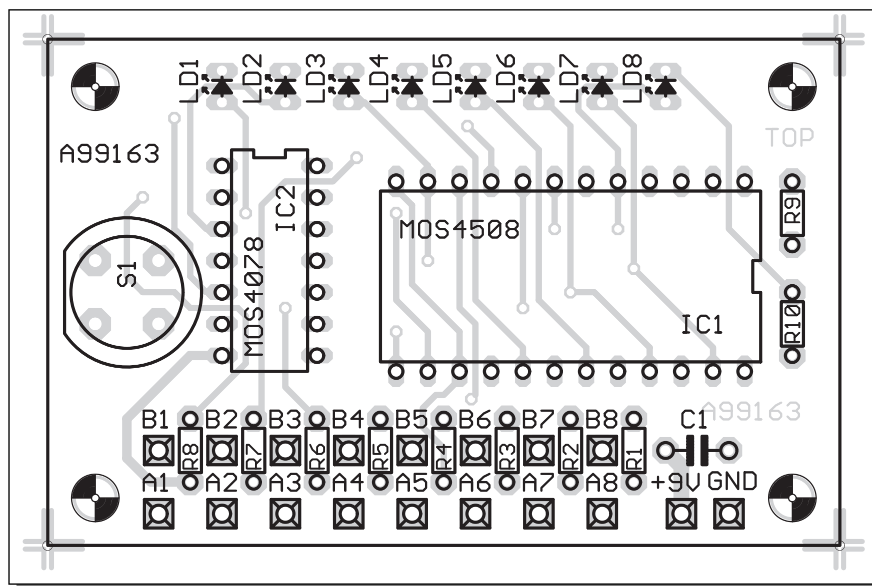
A99163

Elektronický "postřeh" pro 8 hráčů

Všichni známe z televize nejrůznější soutěže, při kterých dva nebo více účastníků musí po zadání otázky stisknout tlačítko a odpovědět. Příslušná elektronika musí zajistit, aby pouze jeden z hráčů, a to ten, který stiskne tlačítko jako první, dostal příležitost k odpovědi. Jednoduché zapojení, které umožňuje současně připojit až osm hráčů, vám nyní předkládáme.

Popis zapojení

Schéma zapojení hry je na obr. 1. Jádrem obvodu je dvojitý čtyřbitový střadač IC1 typu MOS4508. Jeho funkce je následující. Obvod zapíše do paměti střadače stav vstupů při změně signálu na vstupu strobe z úrovně HI na LO. Na vstupech střadače je připojeno osm tlačítek S2 až S9. V klidu jsou tlačítka rozpojena. Vstupy střadače jsou tedy díky odporům R1 až R8, připojeným na zem, v úrovni LO. Výstupy obou střadačů (IC1A a IC1B) Q1 až Q4 jsou také na nízké úrovni. Při stisknutí libovolného tlačítka se kladný puls ze vstupu střadače objeví také na příslušném výstupu. To má za následek dvě věci. Za prvé se rozsvítí příslušná LED, odpovídající stisknutému tlačítku, a za druhé se změní výstup obvodu IC2A z úrovně HI do LO. IC2 je osmivstupé hradlo NOR (negovaný součet), takže stačí přivést signál s úrovni HI na



Obr. 2. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji

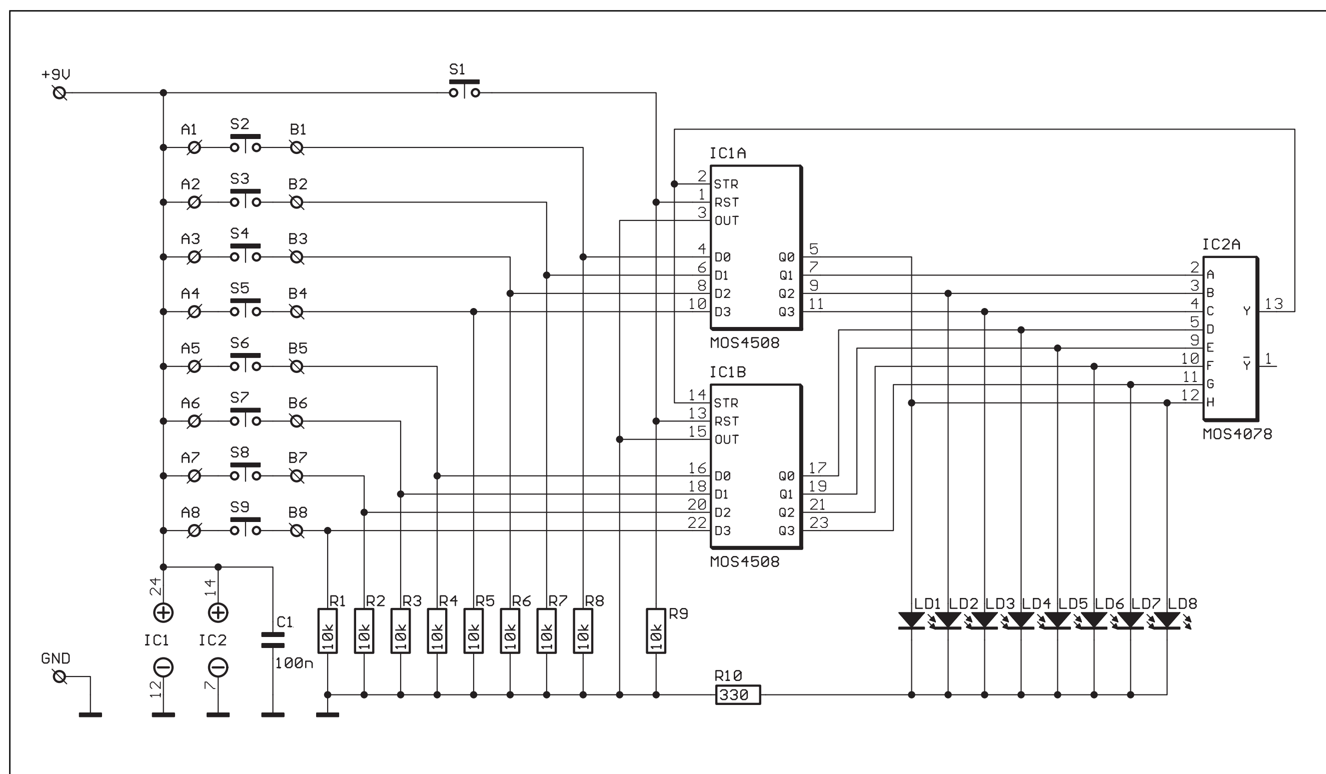
báze tranzistoru T1. Při překročení nastavené úrovně signálu dojde k otevření tranzistoru T1. Tím se otevře i tranzistor T2, zapojený v jeho kolektoru. Přes odpor R7 se nabije kondenzátor C1 na napětí blízké napájecímu (okamžité napětí na C2). Při konci signálové špičky se sice zavře tranzistor T4, ale kondenzátor C1 se pomalu vybíjí přes odpor R8 do báze tranzistoru T2 a ten zůstává nadále otevřen. Otevřením tranzistoru T2 je sepnut i zdroj proudu, tvořený tranzistorem T5 s jeho emitorovým odporem R13 a dvojicí diod D3 a D4. V kolektoru T5 (proudového zdroje) je zapojena signalizační LED LD1. Zdroj proudu je v obvodu zapojen proto, že indikátor musí pracovat v relativně širokém pásmu napájecích napětí (což je dáno připojením na akustický signál) a nemůžeme proto omezit proud LED pouze obvyklým odporem.

Stavba

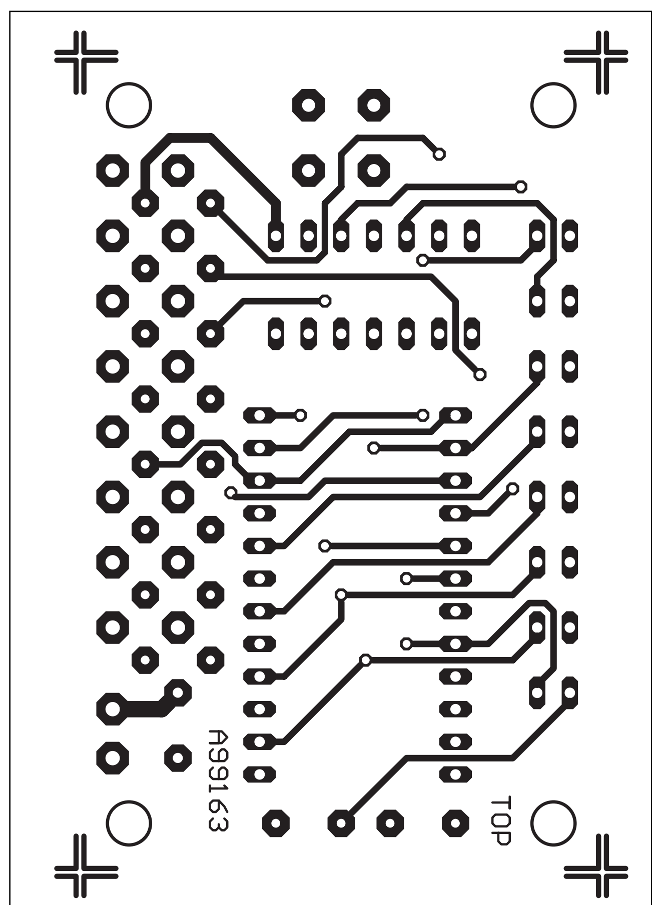
Špičkový indikátor je zhotoven na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 35 x 40 mm. Rozložení součástek na desce je na obr. 2, obrazec desky spojů na obr. 3. Vlastní stavba indikátoru je velmi jednoduchá. Po osazení a zapájení součástek desku spojů pečlivě prohlédneme a odstraníme případné závady. Podle tab. 1 zjistíme v prvním sloupci napětí, které odpovídá zatížitelnosti reprosoustavy a její impedanci. Na vstup indikátoru připojíme regulovatelný zdroj napětí a nastavíme požadované napětí (například pro reproduktory se zatížitelností 100 W a impedanci 4 Ω nastavíme podle tabulky napětí 28,3 V. Otáčením trimru P1 nalezneme polohu, kdy se právě rozsvítila indikační LED. Pokud tuto polohu "přejedeme", vracíme se zpět pomalu, protože elektronika má určitou časovou konstantu. Po nalezení správné polohy P1 provedeme ještě kontrolu. Snížíme vstupní napětí ze zdroje asi na 1/2 původně nastaveného, chvíli počkáme (opět kvůli časové konstantě zapojení) a pomalu napětí zvyšujeme. Indikační LED by se měla rozsvítit při dosažení jmenovitého napětí (v našem příkladě 28,3 V). Pokud je vše v pořádku, je špičkový indikátor hotov a můžeme ho připojit k reproduktorům.

Závěr

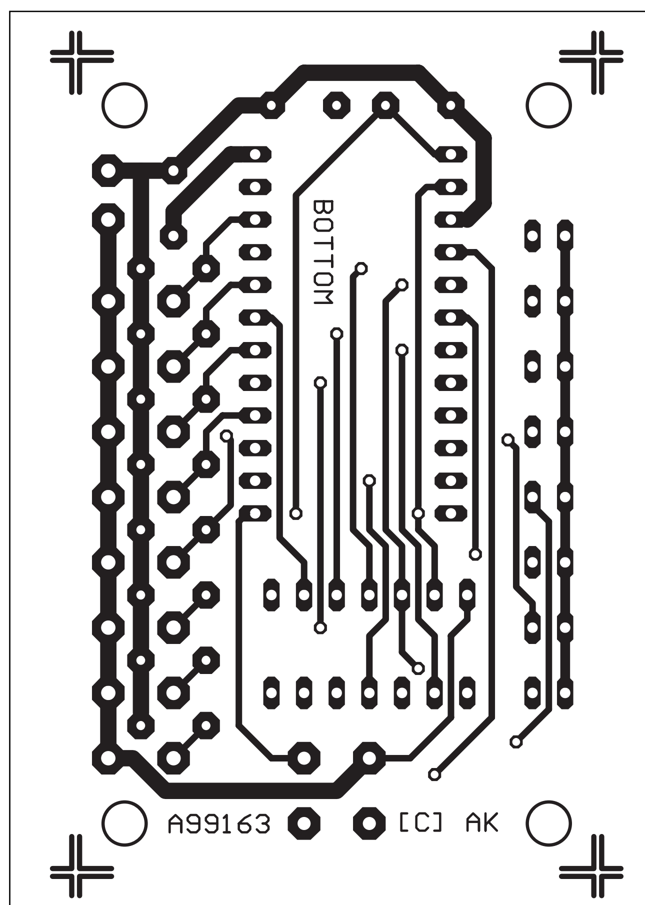
Popsaný indikátor je vzhledem ke své jednoduchosti, universálnosti a nízké ceně ideální doplněk všude tam, kde by mohlo dojít častým přetěžováním k poškození nebo dokonce zničení reproduktorových soustav. Podle použití můžeme indikátor vestavět přímo do reproboxů, případně umístit ve zvláštní krabičce a zapojit kdekoliv do přívodního kabelu od zesilovače k reproduktorům.



Obr. 1. Schéma zapojení hry elektronický "postřeh" pro 8 hráčů



Obr. 3. Obrazec spojů - strana součástek (TOP)



Obr. 4. Strana spojů (BOTTOM). Zvětšeno na 170 %

A99164

Tester baterií

Stále více nejrůznějších elektronických přístrojů v domácnosti je napájeno z baterií. Pokud takové zařízení přestane fungovat, nelze na první pohled určit, jde-li o závadu, nebo pouze vybitou baterii. Pomocí jednoduchého testeru snadno určíme "stav vybití" nejběžnějších používaných typů baterií, a to tužkových, malých "Baby" a normálních monočlánků a destičkových 9 V baterií. Pomocí indikace třemi LED na určíme, zda je baterie téměř jako nová, ještě použitelná (částečně vybitá) nebo již zcela vybitá (nepoužitelná).

Popis zapojení

Schéma zapojení testeru je na obr. 1. Testovanou baterii připojujeme ke svorkám označeným TEST+ a TEST-. Na vstupu testeru je přepínač S1A, kterým připojujeme odporové děliče, tvořené odpory R1 až R9. Ty zajišťují proudový odběr podle typu testovaného článku. Dělič R1/R6 je pro tužkové baterie, R2/R7 pro monočlánky Mignon, R3/R8 pro standardní monočlánky a R4,R5/R9 pro destičkové baterie 9 V. Druhá část přepínače S1B připojuje příslušný dělič na společný vstup komparátorů, tvořených obvody IC1A a IC1B. Napěťové reference pro oba komparátory jsou tvořeny Zenerovou diodou D1 a odporovým děličem P1, R11, R12 a R13. Odpor R10 omezuje proud děličem a Zenerovou diodou D1, kondenzátor C1 potlačuje šum a filtruje referenční napětí. Trimr P1 slouží k nastavení napětí 0,65 V na vývodu 3 komparátoru IC1A. Protože vstupní děliče pro články se jmenovitým napětím 1,5 V dělí vstupní napětí na 1/2, je při napětí testované baterie více než 1,3 V na společném vstupu komparátorů (vývody 2 a 6) napětí přesahující 0,65 V. Výstup komparátoru je na nízké úrovni a svítí zelená LED LD1. To značí, že baterie je v dobrém stavu (nová nebo téměř nová). Při napětí baterie v rozmezí 1 až 1,3 V je výstup komparátoru IC1A na vysoké úrovni, ale výstup druhého komparátoru IC1B na nízké úrovni. Svítí tedy žlutá LED LD2. Ta značí, že baterie je již částečně vybitá, ale ještě použitelná. Při poklesu napětí baterie pod 1 V jsou výstupy obou komparátorů na vysoké úrovni a svítí tedy rudá LED LD3. To znamená, že baterie je již téměř nebo zcela vybita. Pro destičkovou baterii 9 V je vstupní dělič přizpůsoben přidáním odporu R5. Odpory R14 a R15, zapojené ve zpětné vazbě komparátorů, zajišťují malou

---

libovolný vstup, aby se výstup změnil z úrovně HI na LO. Sestupná hrana výstupního pulsu z hradla IC2A je přivedena na strobovací vstupy obou střadačů (vývody 2 a 14). Jakmile dojde ke změně úrovně na těchto vstupech, jsou vstupy obou střadačů zablokovány a na výstupu zůstává zachována okamžitá hodnota. To znamená, že pouze jeden výstup je aktivní (ve stavu HI) a svítí příslušná LED. Protože doba od stisknutí tlačítka a zněny úrovně některého vstupu z LO na HI do zablokování střadačů je dána pouze zpožděním obou hradel, je prakticky nemožné, aby dva hráči stiskli tlačítko ve stejný okamžik. Protože z osmice LED může být aktivována pouze jedna, mají LED společný sériový odpor R10. Po vyhodnocení výsledku (volby) uveden obvod opět do výchozího stavu stisknutím tlačítka S1. To přivede kladné napájecí napětí na nulovací vstupy střadačů (vývody 1 a 13). Tím se vynulují všechny výstupy bez ohledu na úrovně na ostatních vstupech.

Stavba

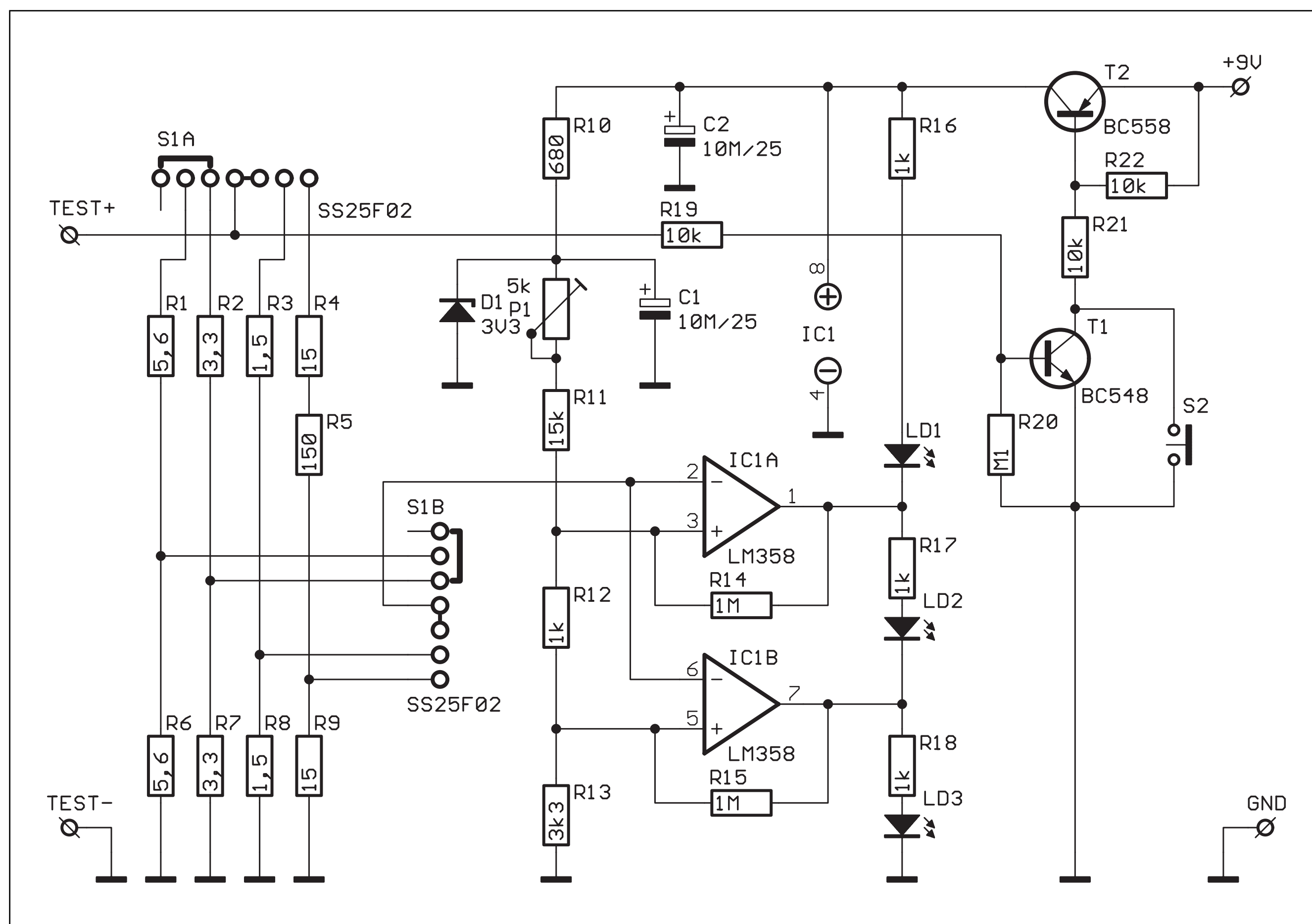
Hra je postavena na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 64 x 40 mm. Rozložení součástek na desce je na obr. 2, obrazec desky spojů – strana součástek (TOP) na obr. 3 a strana spojů (BOTTOM) na obr 4. Na desce jsou umístěny všechny součástky s výjimkou tlačítek. Ta připojíme k vyznačeným místům na desce buď přímo pomocí dvoužilového kablíku, nebo umístíme na krabičku osm panelových konektorů (např. jack) a tlačítka pak opatříme kabelem s konektorem. Resetovací tlačítko je umístěno přímo na desce spojů. Zařízení má odběr asi 25 mA pouze při rozsvícené LED. Můžeme proto k napájení použít běžnou destičkovou baterii 9 V nebo standardní zástrčkový napáječ. Vlastní stavba je vzhledem k minimu použitých součástek a jednoduchosti zapojení snadná a zvládne ji i začátečník. Pouze použití dvoustranného plošného spoje vyžaduje pečlivost při osazování, protože například špatně vložená součástka se obtížněji vyjímá a může snadno dojít k poškození součástky nebo spoje. Při pečlivé práci však obvod pracuje na první zapojení.

Závěr

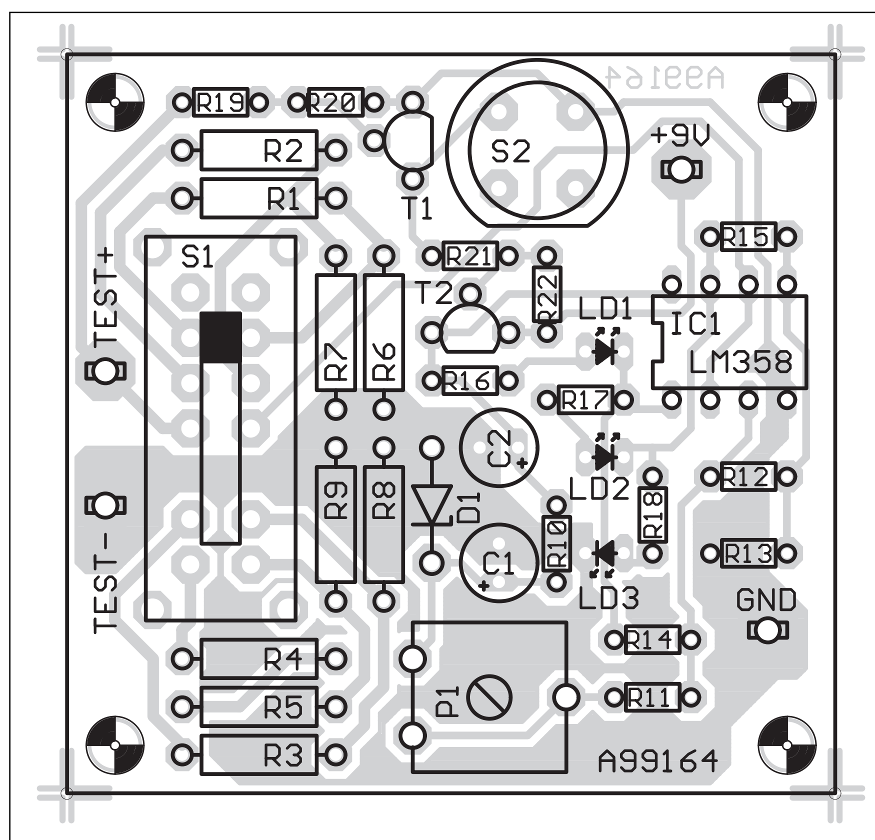
Popsaná hračka nalezne uplatnění při nejrůznějších společenských příležitostech. Můžeme například soutěžit o nejrychlejší reakci. Maximální počet až osmi hráčů (nemusí být samozřejmě využit) je dostatečný pro většinu běžných použití.

Seznam součástek

R1 až R9	10 kΩ
R10	330 Ω
C1	100 nF
IC1	MOS4508
IC2	MOS4078
LD1 až LD8	LED 3 mm
S1	DT6



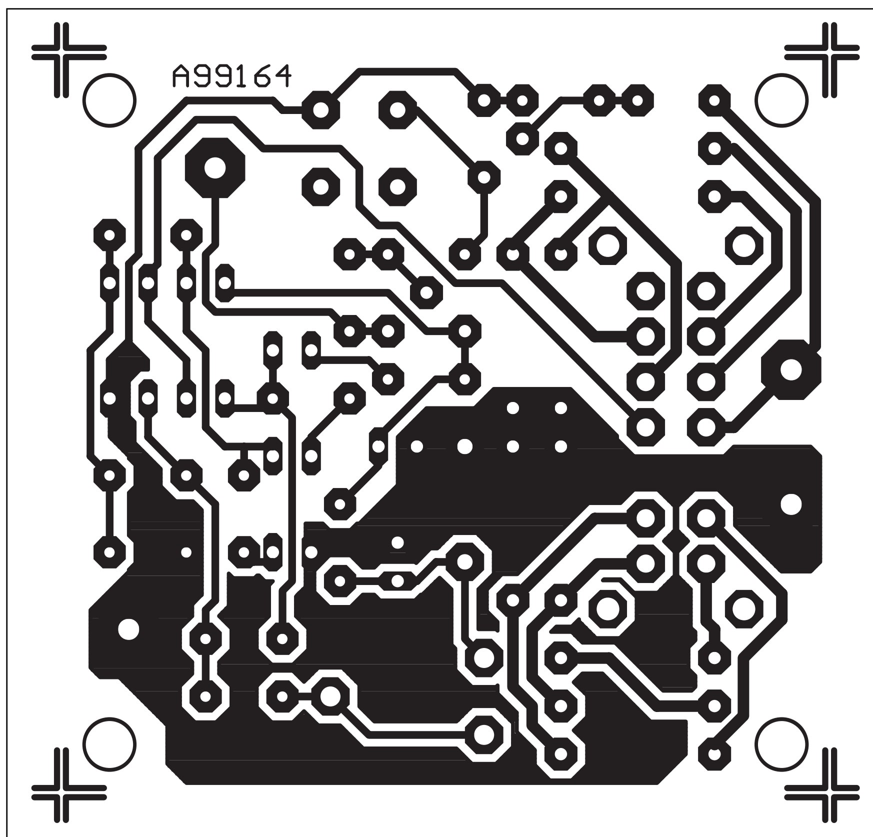
Obr. 1. Schéma zapojení testeru baterií



hysterezi a tím i neblikající indikaci LED na hranici rozsahů.

Tester je napájen z vlastní destičkové baterie 9 V. Z důvodů delší životnosti baterie je do napájecího obvodu zapojen tranzistor T2, pracující jako spínač. Stiskneme-li tlačítko S2, báze tranzistoru T2 se přes dělič R22/R21 připojí na zem, tranzistor se otevře a tester funguje. Pokud ale připojíme tester na zkoušenou baterii, která má napětí alespoň 0,65 V, dojde přes odpor R19 k otevření tranzistoru T1, ten sepne tranzistor T2 a tester je opět zapnut. To má výhodu, že tester se automaticky zapíná po dobu přiložení měřicích kontaktů k testované baterii. Pokud je baterie již zcela vybitá, tester se nezapne. V tom případě použijeme tlačítko S2. Při tom se musí rozsvítit rudá LED LD3. Ta se rozsvítí též při zapnutí testeru naprázdno (tím se přesvědčíme o stavu vlastní napájecí baterie testeru).

Obr. 2. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji



Obr. 3. Obrazec desky plošných spojů testeru baterií. M 2 : 1

Seznam součástek

odpory 0207

R1	5,6 Ω
R2	3,3 Ω
R3	1,5 Ω
R4	15 Ω
R5	150 Ω
R6	5,6 Ω
R7	3,3 Ω
R8	1,5 Ω
R9	15 Ω

odpory 0204

R10	680 Ω
R11	15 kΩ
R12	1 kΩ
R13	3,3 kΩ
R14	1 MΩ
R15	1 MΩ
R16	1 kΩ
R17	1 kΩ
R18	1 kΩ
R19	10 kΩ
R20	100 kΩ
R21	10 kΩ
R22	10 kΩ
C1	10 μF/25
C2	10 μF/25
D1	ZD 3V3
IC1	LM358
LD1	LED 3 mm
LD2	LED 3 mm
LD3	LED 3 mm
T1	BC548
T2	BC558
P1	PT10L/5 kΩ
S1	SS25F02
S2	DT6

Stavba

Tester baterií je zhotoven na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 51 x 49 mm. Všechny součástky testeru jsou umístěny na desce s plošnými spoji. Rozložení součástek je na obr. 2, obrazec desky spojů na obr. 3. Po osazení a zapájení součástek desku pečlivě zkontrolujeme a odstraníme případné závady. Připojíme napájení a při stisknutém tlačítku S2 nastavíme trimrem P1 napětí na vývodu 3 IC1A na 0,65 V. Pokud máme k dispozici regulovatelný zdroj napětí, připojíme ho na vstup testeru a zkontrolujeme napěťové úrovně pro jednotlivé LED. Při vstupním napětí 0 až 1 V musí svítit rudá LD3, pro napětí mezi 1 V a 1,3 V svítí žlutá LD2 a pro napětí nad 1,5 V zelená LD1. Uvedený postup platí samozřejmě pro přepínač S1 přepnutý do některé z prvních tří poloh (baterie 1,5 V).

Tester zabudujeme do vhodné plastové krabičky. Testovací vstupy opatříme kablíky s měřicími hroty nebo krokosvorkami.

Závěr

Možná někdo může namítnout, proč stavět tester, když stejně téměř každý kutil má doma nějaký ten multimetr, kterým si napětí článku snadno změří. To je sice pravda, ale již si neuvědomuje, že měříme článek "naprázdno", bez zatížení. Stárnutím (a vybíjením) stoupá vnitřní odpor článku, což může naměřené výsledky značně ovlivňovat. Proto se domnívám, že popsaný tester má své opodstatnění i v současné éře digitálních multimetrů.

Desky plošných spojů na Internetu

Znovu upozorňujeme naše čtenáře, že všechny dosud uveřejněné desky s plošnými spoji z časopisu Stavebnice a konstrukce si mohou stáhnout v PDF formátu z naší www stránky: *www.jmtronic.cz*. V současné době je k dispozici již okolo 140 typů desek. Vaše připomínky můžete též zasílat na e-mail *kraus@jmtronic.cz*

Elektronický gong

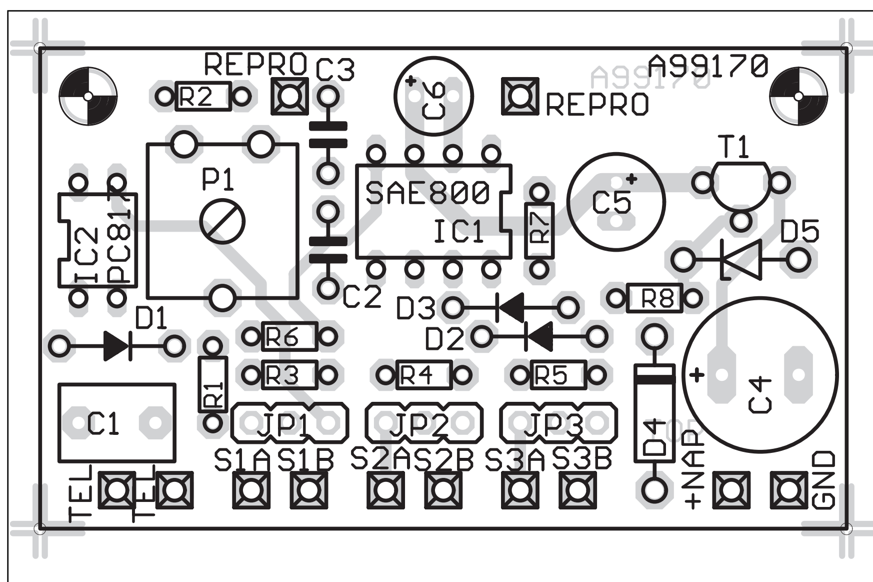
Obr. 1. Schéma zapojení elektronického gongu s obvodem SAE800

Na stránkách odborných časopisů bylo již uveřejněno značné množství nejrůznějších stavebních návodů melodických zvonků a gongů. V dnešní době jsme přímo zahlceni stovkami elektronických melodií, které na nás chrlí zejména nové modely mobilních telefonů, ale také různá blahopřání, hračky, umělé květiny a bůh ví co ještě dalšího. Proto se domnívám, že klasický decentní zvuk gongu polichotí našemu uchu spíše než ohraná melodie. Popsané zapojení sice používá dnes již klasický obvod pro elektronický gong typu SAE 0800, ale má proti jiným publikovaným zapojením některé přednosti. Obvod umožňuje volbu tří různých zvuků. Protože je vybaven i galvanicky odděleným vstupem pro telefonní linku, může tedy například indikovat různými zvuky zvonek předních a zadních dveří a třetím příchozí hovor.

Popis zapojení

Schéma zapojení je na obr. 1. Jádrem obvodu je integrovaný obvod typu SAE0800. Je to následník dříve populárních obvodů SAB0600, SAB0601 a SAB0602. Již zmíněnou výhodou obvodu je možnost tří různých zvuků. Další předností je široký rozsah napájecích napětí. Obvod je schopen pracovat při napájení od 2,8 V do 18 V. V klidovém režimu má obvod extrémně nízkou spotřebu pouhý 1 μA. Přímo na čipu je integrován koncový zesilovač a nastavení hlasitosti je velmi snadné jediným externím trimrem (potenciometrem).

Obvod je napájen z běžného domovního rozvodu (zvonkového transformátoru) střídavým napětím (proto je na vstupu dioda D4, která jednocestně usměrňuje napájecí napětí, které je filtrováno kondenzátorem C4. Tranzistor T1 se Zenerovou diodou D5 tvoří stabilizátor s výstupním napětím 5 V. Tímto napětím je napájen i integrovaný obvod. Zvonková tlačítka se připojují ke vstupům



Obr. 2. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji gongu. M 2 : 1

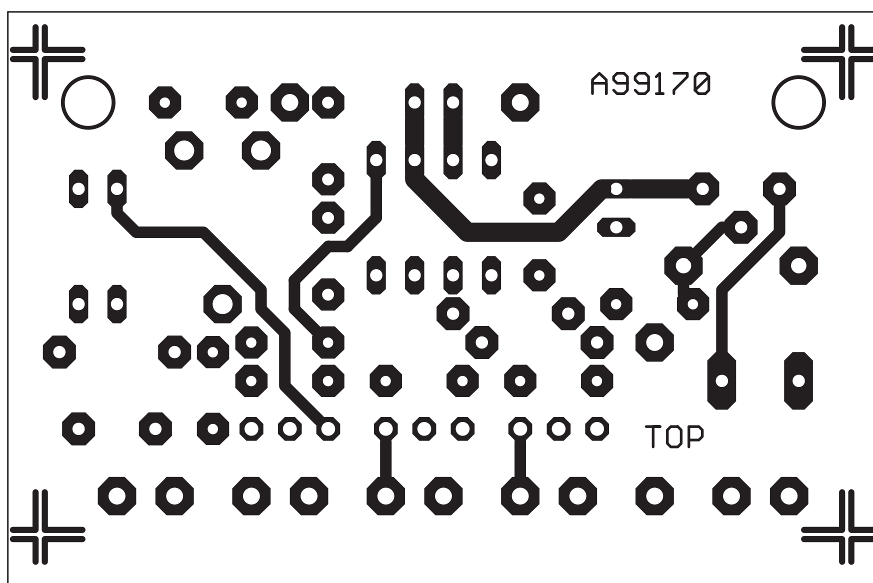
Seznam součástek

odpory 0204

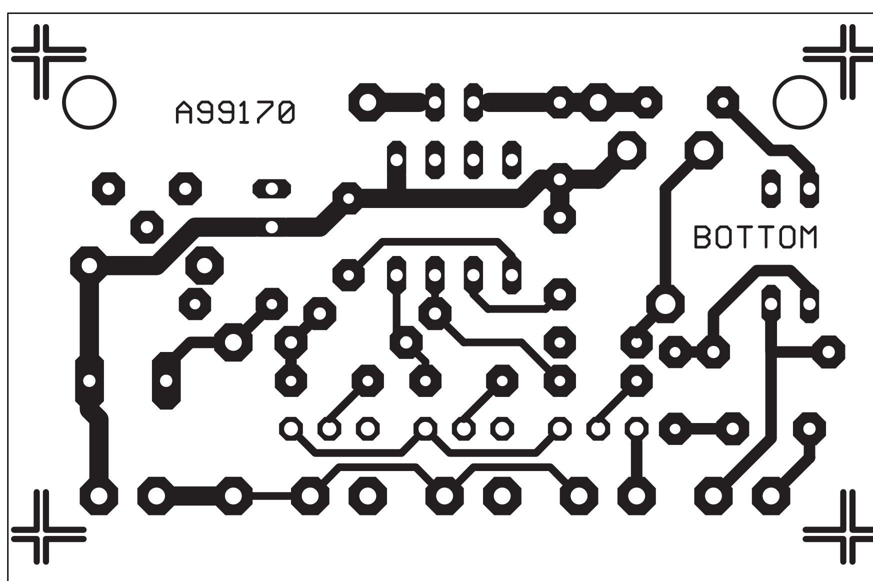
R1 až R7	10 kΩ
R8	1 kΩ
C1	470 nF
C2	4,7 nF
C3	100 nF
C4	1 mF/16 V
C5	100 μF/16 V
C6	10 μF/25 V
D1	1N4148
D2	1N4148
D3	1N4148
D4	1N4007
D5	ZD 5V6
IC1	SAE800
IC2	PC817
T1	BC337
JP1	JUMPER3
JP2	JUMPER3
JP3	JUMPER3
P1	PT10L/25 kΩ

S1A až S3B. Zkratovacími propojkami JP1 až JP3 můžeme jednotlivým tlačítkům přiřadit 3 různé tóny. Na vstupy označené TEL můžeme připojit telefonní linku. Vstup linky je galvanicky oddělen od zbytku zapojení optočlenem IC2. V zapojení je použit běžný typ PC817. Pro tento vstup si můžeme vybrat libovolný tón. Základní kmitočet interního generátoru je určen externí kombinací C2 a R7. Pro uvedené hodnoty je kmitočet integrovaného generátoru 13,2 kHz. Tomu odpovídají tóny o kmitočtech 440, 550 a 660 Hz. Hlasitost gongu nastavujeme trimrem P1. Reproduktor se připojuje přímo mezi výstup 4bitového DA převodníku (vývod 2 IC1) a napájecí napětí. Kondenzátor C6 vyhlazuje průběh výstupního signálu.

Dokončení na straně 17



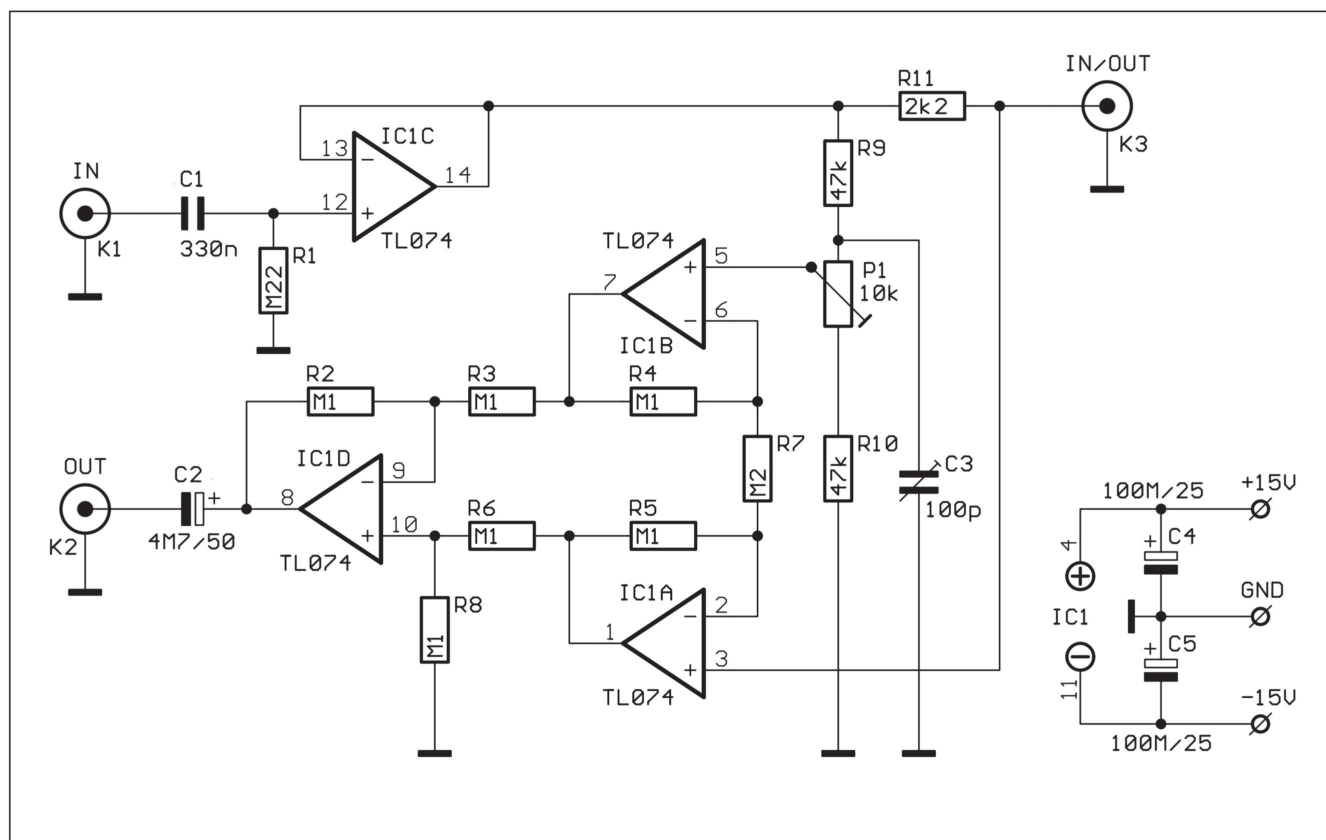
Obr. 3. Strana součástek (TOP)



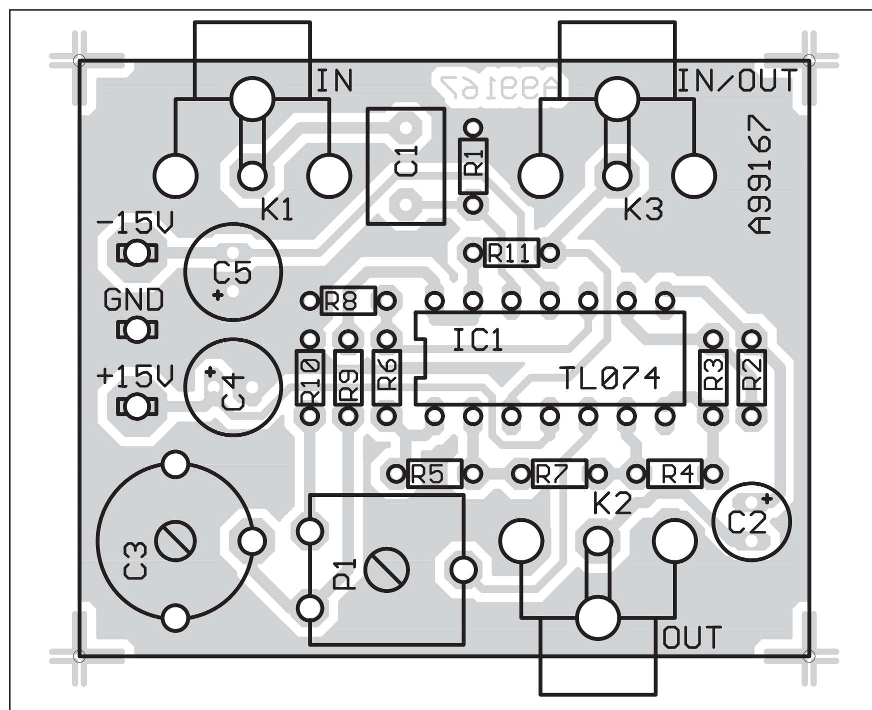
Obr. 4. Strana spojů (BOTTOM)

Obvod pro obousměrnou komunikaci

A99167



Obr. 1. Schéma zapojení obvodu obousměrné komunikace



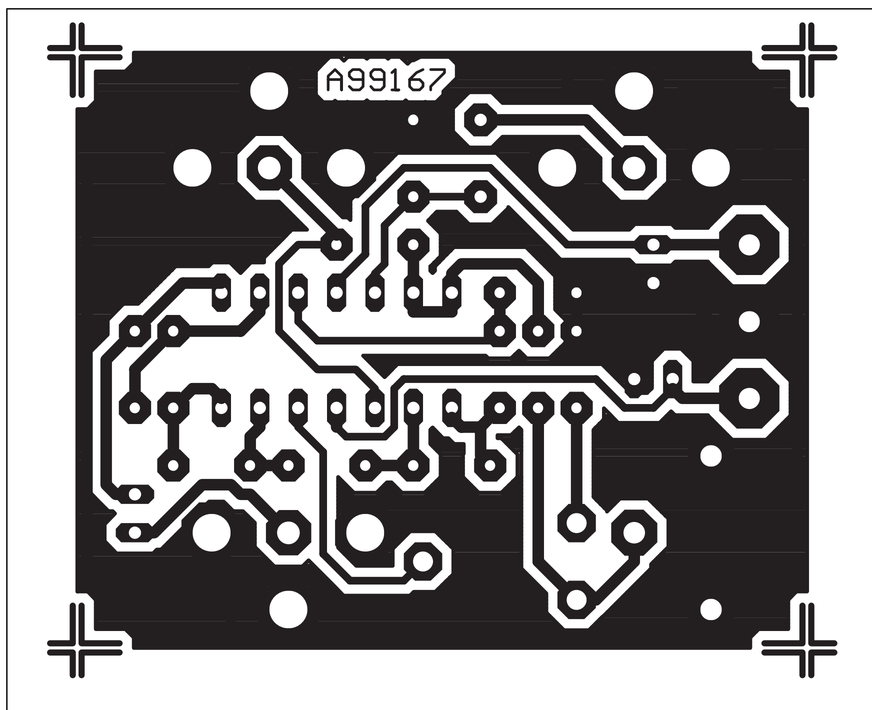
Obr. 2. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji

Občas se vyskytne potřeba propojit dvě místa tak, aby bylo možné vzájemné dorozumívání. Tento princip je známý například z telefonu. Uvedené zapojení umožňuje obousměrnou komunikaci (přenos signálu nebo dat) pouze po dvou vodičích.

Popis zapojení

Schéma zapojení je na obr. 1. Princip je jednoduchý. Máme dva zdroje signálu (U1 a U2), které dodávají napětí do společného vedení. Napětí na vedení je tedy součet obou signálů U = U1+U2. Ve vysílači se snímá signál na společném vedení a porovnává se s vysílaným signálem. Rozdílem je pak přijímaný signál. Ke komunikaci tedy potřebujeme dvě zařízení.

Vstupní signál je do obvodu připojen na konektor K1. Vazební kondenzátor C1 odděluje případnou stejnosměrnou složku. Operační zesilovač IC1A je zapojen jako sledovač. Odpor R11 chrání výstup



Obr. 3. Obrazec desky s pošnými spoji. M 2 : 1

Seznam součástek

odpory 0204

R1	220 kΩ
R2	100 kΩ
R3	100 kΩ
R4	100 kΩ
R5	100 kΩ
R6	100 kΩ
R7	200 kΩ
R8	100 kΩ
R9	47 kΩ
R10	47 kΩ
R11	2,2 kΩ
C1	330 nF
C2	4,7 μF/50 V
C3	trimr 100 pF
C4	100 μF/25 V
C5	100 μF/25 V
IC1	TL074
K1 až K3	CP560
P1	PT10L/10 kΩ

operačního zesilovače od výstupu zesilovače na druhém zařízení. Zbývající operační zesilovače tvoří symetrický diferenciální zesilovač. Vysílaný signál je přiveden na odporový dělič, tvořený R9, P1 a R10. Trimr P1 slouží k přesnému nastavení symetrie (k maximálnímu potlačení vysílaného signálu). Z běžce trimru P1 jde na vstup diferenciálního zesilovače (vývod 5 IC1B). Součtový signál z výstupu (konektor K3) je přiveden na druhý vstup diferenciálního zesilovače (vývod 12 IC1C). Protože na výstupu K3 (za odporem R11) by měl být vysílaný signál poloviční, na obou vstupech diferenciálního zesilovače je shodný signál. Ten by měl být tedy podle principu diferenciálního zesilovače odstraněn. V praxi se ideálnímu stavu můžeme pouze přiblížit. Pro dosažení co nejlepšího potlačení souhlasného signálu musí být odpory R2 až R10 přesné s tolerancí ±1 %.

Při příjmu z druhé stanice je signál na konektoru K3 (součtové napětí z obou stanic) přiveden pouze na jeden vstup diferenciálního zesilovače (vývod 12 IC1C). Tímto obvodem je signál zpracován a přiveden na konektor K2.

Obvod je napájen symetrickým napětím ±15 V z externího zdroje.

Stavba

Obvod pro obousměrnou komunikaci je zhotoven na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 48 x 40 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2, obrazec desky spojů na obr. 3. Po osazení a zapájení součástek desku pečlivě prohlédneme a odstraníme případné závady. Připojíme napájecí napětí a zkontrolujeme, zda jsou výstupy operačních zesilovačů přibližně na úrovni nuly. Na vstup (konektor K1) připojíme tónový generátor s kmitočtem 1 kHz. Pokud nemáme ke konektoru K3 připojen druhý obvod, musíme místo něj provizorně připojit odpor 2k2 (mezi výstup K3 a zem). Nyní nastavíme trimrem P1 minimální signál na výstupu K2. Podle tolerance součástek je dosažitelné potlačení součtového signálu asi 80 dB pro 1 kHz a 60 dB pro 20 kHz. Při delším kabelu mezi oběma stanicemi může vlivem parazitních kapacit dojít k fázovému posuvu originálního a smíšeného signálu. To můžeme částečně kompenzovat kapacitním trimrem C3.

Pokračování ze strany 29

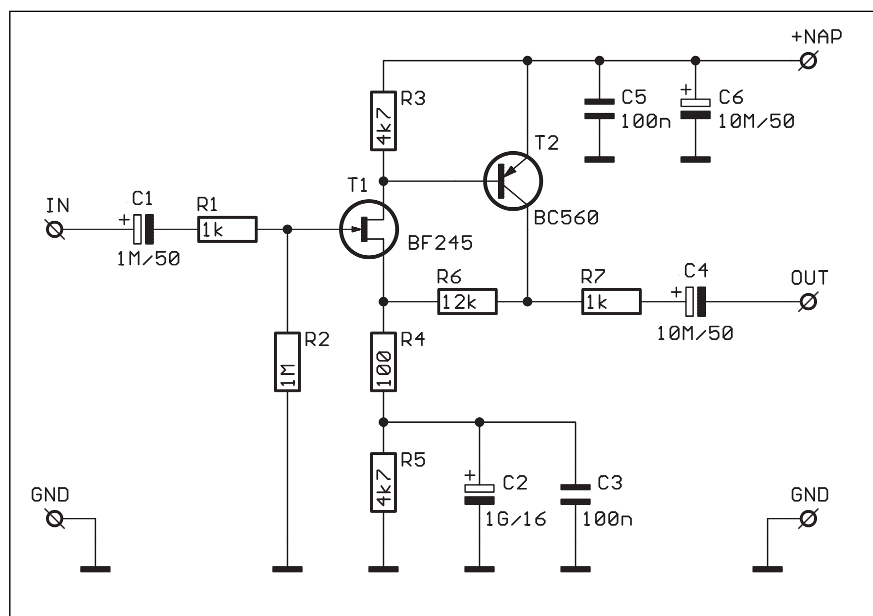
obr. 3. Protože předzesilovač obsahuje minimum součástek, zvládne jeho stavbu i začátečník. Na desce nejsou žádné nastavovací prvky, při pečlivé práci musí obvod pracovat na první zapojení. Pokud by se vyskytla potřeba změnit zesílení, upravíme hodnotu odporu R4.

Závěr

Popsaný modul předzesilovače využijeme všude tam, kde potřebujeme zvýšit vstupní citlivost nějakého zařízení. Díky svým malým rozměrů a širokému rozpětí použitelných napájecích napětí se modul snadno zabuduje do stávajícího přístroje. Výhodou jsou dobré šumové vlastnosti, vysoký vstupní odpor a šířka přenášeného pásma.

Nízkošumový předzesilovač

A99169



Obr. 1. Schéma zapojení nízkošumového předzesilovače

Universální předzesilovače jsou nejčastěji osazovány běžnými bipolárními nízkošumovými tranzistory. Pokud na vstupu použijeme tranzistor typu JFET, přináší to některé výhody. Takováto zapojení se vyznačují vysokým vstupním odporem a větší šířkou přenášeného pásma. Uvedený předzesilovač má šířku přenášeného pásma 3 Hz až 140 kHz pro pokles 0,1 dB a 1,5 Hz až 300 kHz pro pokles 3 dB. Zesílení je pevně nastaveno na 40 dB (100x). Napájecí napětí může být rozsahu 10 V až 30 V a proudová spotřeba je asi 1 mA. Vstupní impedance je asi 1 MΩ.

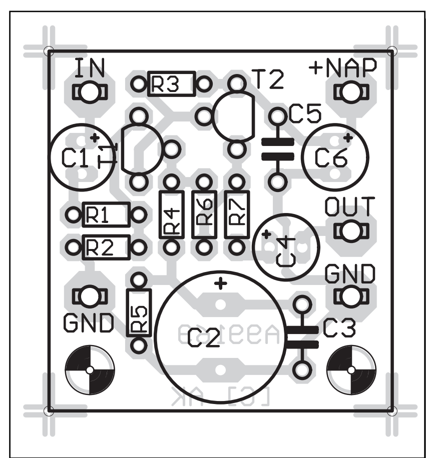
Popis zapojení

Schéma předzesilovače je na obr. 1. Vstupní signál je přiveden přes vazební kondenzátor C1 a odpor R1 na bázi JFET tranzistoru BF245C. Odpor R2 tvoří vstupní impedanci předzesilovače a stejnosměrně váže vstup tranzistoru T1 na potenciál země. Stejnosměrný pracovní bod tranzistoru je dán odpory R3 a R4 v sérii s R5. Pro střídavý signál je odpor R5 přemostěn kondenzátory C2 a C3. Poměrně velká kapacita kondenzátoru C2 zaručuje dostatečný zisk i pro nejnižší přenášení kmitočty, C3 se naopak uplatní na horním konci přenášeného pásma. Signál zesílený tranzistorem T1 se snímá na odporu R3 a je dále zesilován tranzistorem T2. Kolektorový odpor tranzistoru T2 R6 je současně zapojen do obvodu zpětné vazby tranzistoru T1. Poměrem odporů R6 a R4 je dán též celkový zisk předzesilovače (asi 40 dB). Výstupní signál je odebírán z kolektoru tranzistoru T2 a přes odpor R7 a vazební kondenzátor C4 přiveden na výstup. Napájecí napětí je filtrováno a blokováno kondenzátory C5 a C6.

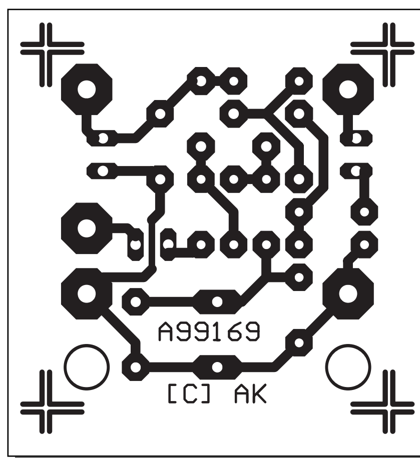
Stavba

Předzesilovač je zhotoven na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 27 x 28 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2, obrazec desky spojů je na

Dokončení na straně 28



Obr. 2. Rozložení součástek



Obr. 3. Deska plošných spojů

Seznam součástek

odpory 0204

R1 . . . . 1 kΩ
R2. . . . . 1 MΩ
R3 . . . . 4,7 kΩ
R4 . . . . 100 Ω
R5. . . . . 4,7 kΩ
R6 . . . . 12 kΩ
R7 . . . . 1 kΩ

C1. . . . . 1 μF/50 V
C2 . . . . 1 mF/16 V
C3. . . . . 100 nF
C4. . . . . 10 μF/50 V
C5. . . . . 100 nF
C6 . . . . 10M μF/50 V

T1 . . . . BF245
T2 . . . . BC560